

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

DJONATHAN WILLIAN PILATTI

**EQUIPAMENTO PARA PRODUÇÃO *ALL GRAIN* EXTRATO PARA CERVEJA
ARTESANAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2017

DJONATHAN WILLIAN PILATTI

**EQUIPAMENTO PARA PRODUÇÃO *ALL GRAIN*/EXTRATO PARA CERVEJA
ARTESANAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Mecânica da Coordenação de Engenharia Mecânica – COEME – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientadora: Prof. Dr. Gilson Adamczuk
Oliveira

PATO BRANCO

2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

EQUIPAMENTO PARA PRODUÇÃO *ALL GRAIN*/EXTRATO PARA CERVEJA ARTESANAL

DJONATHAN WILLIAN PILATTI

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 16/11/2017 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

Prof. Dr. Gilson Ditzel Santos
(UTFPR – Departamento de Administração)

Prof. Dr. Fabio Rodrigo Mandello Rodrigues
(UTFPR – Departamento de Mecânica)

Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira
(UTFPR – Departamento de Mecânica)
Orientador

Prof. Dr. Bruno Bellini Medeiros
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que sempre incentivaram e se dedicaram para possibilitar que esse dia acontecesse.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Gilson Adamczuk Oliveira, pelo suporte técnico e pela orientação para conseguir completar esse trabalho, que mesmo a distância esteve sempre disposto a discutir, auxiliar e enriquecer o trabalho.

Aos demais professores e colegas de Engenharia Mecânica que de alguma forma contribuíram com questões pertinentes ao trabalho.

A Caroline Bordignon pelo incentivo, apoio e presença nos momentos de maiores dificuldades no desenvolvimento não apenas com o trabalho, mas como pessoa em si, bem como pelo auxílio na área de instalações elétricas

Ao Colega Engenheiro Eletricista Kleber Chan Bekoski pelo apoio e ensinamento na área de instalações elétricas.

A minha família, pelo incentivo e apoio pessoal.

Aos amigos, que sempre me incentivaram durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos do Cerva shop e cervejeiros regionais, pela troca de conhecimento que contribuiu para o desenvolvimento do projeto.

A Torno Ricci e a VLC Metalúrgica, pelo material cedido.

A Torno Ricci e a Carbraz pelos equipamentos e ferramentas emprestados para a confecção do protótipo

EPÍGRAFE

“Not all chemicals are bad. Without chemicals such as hydrogen and oxygen, for example, there would be no way to make water, a vital ingredient in beer” (BARRY, Dave)

“Nem todos os químicos são maus. Sem produtos como o hidrogénio e o oxigénio, por exemplo, não teríamos água, um ingrediente vital para a cerveja. ” (BARRY, Dave)

RESUMO

PILATTI, W. Djonathan. **Equipamento para produção *all grain*/extrato para cerveja artesanal**. 2017 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

Produzir cerveja artesanal em casa é um hobby que está crescendo a cada dia e com isso aumenta-se a procura por equipamentos de produção. O presente trabalho realizou processo de desenvolvimento de produto – PDP, com auxílio de matriz QFD e pesquisa de mercado. Com criação de projeto de especificações e projeto conceitual foi determinado um protótipo final que atenda às necessidades de clientes do equipamento, tais como, controle de temperatura, custo, modo de manuseio. Além disso, com as informações finais um protótipo físico similar foi desenvolvido. As principais características do protótipo são: Resistência elétrica interna com controle de temperatura para o aquecimento e de temperatura e tempo nas etapas de brassagem e fervura feitos com controlador de calor e sensores, bombas d'águas para o transporte de mosto e para a refrigeração do líquido final, equipamento com fácil desmontagem e movimentação e materiais adequados as normas de sanitização. Como protótipo final foi então desenvolvido um equipamento que difere aos comumente encontrados no mercado entregando aos clientes em um equipamento semiautomático com três painéis adequado para produção de cerveja pelos métodos *all grain* e extrato com controle de temperatura e transporte de líquido por bombas d'água.

Palavras-chave: processo de desenvolvimento de produto, matriz qualidade, equipamento *all grain*, cerveja artesanal, produção caseira de cerveja, produção *all grain*, produção por extrato de malte.

ABSTRACT

PILATTI, W. Djonathan. **Equipment for the production of all grain / extract for artisan beer.** 2017 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

Brewing craft beer at home is a hobby that is growing every day and with that, increases the demand for production equipment. The present work performed a product development process – PDP, with the help of a Quality Function Deployment matrix and a market research. With the creation of specifications project and conceptual project a final prototype that attempts the needs of equipment customers, such as temperature control, cost and handling mode was determined. In addition, with the final information, a similar physical prototype was developed. The main characteristics of the prototype are: Internal electrical resistance with temperature control for heating and temperature and time in the brewing and boiling stages made with heat controller and sensors, water pumps for the transport of wort and for the cooling of the final liquid, equipment with easy disassembly and handling and materials with the appropriate sanitation standards. As a final prototype, an equipment was developed. It differs from those commonly found in the market by delivering to customers a semiautomatic equipment with three pots suitable for brewing by all grain and extrat methods with temperature control and liquid transport by water pumps.

Keywords: Product development process, QFD matrix, all grain equipment, craft beer, home brew, all grain production, malt extract production.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Crescimento das microcervejarias	16
Figura 2 - Processo de fabricação da cerveja	22
Figura 3 - Equipamentos de produção.	24
Figura 4 - Etapas do processo de desenvolvimento de novos produtos	27
Figura 5 - Diagrama do desdobramento da função qualidade – “casa da qualidade”	29
Figura 6 – exemplo de matriz casa de qualidade.....	34
Figura 7 - Representação patente US20140017354.....	39
Figura 8 - Representação patente US4754698-A.	40
Figura 9 - Representação patente US8601936 B2.....	41
Figura 10 - Equipamento BravoBrew.	42
Figura 11 - Equipamento Bier Maker.....	43
Figura 12 - Equipamento BeerBot 20	44
Figura 13 - Diagrama de Mudge.....	49
Figura 14 – Peso de cada característica	49
Figura 15 – QFD de um equipamento de cerveja.....	51
Figura 16 – Comparativo entre concorrentes	52
Figura 17 - Modelagem funcional.....	53
Figura 18 – Matriz Morfológicas	55
Figura 19 – Matriz Morfológicas com alternativas de solução.....	56
Figura 20 – Esboço das painelas em vista superior	65
Figura 21 - Esboço das painelas em vista frontal.....	66
Figura 22 – Matriz de decisão	67
Figura 23 – Matriz de decisão	69
Figura 24 – Marcação de painelas	78
Figura 25 - Furação de Painelas	79
Figura 26 - Tubo no início da calandragem.....	80
Figura 27 – Tubo Calandrado.....	80
Figura 28 – Painela de aquecimento de água.....	80
Figura 29 – Painela de brassagem	81
Figura 30 – Painela de fervura	81
Figura 31 – Painela de fervura com fundo falso.....	82

Figura 32 – Peneira e Chapa	83
Figura 33 – Esboço para cortes	84
Figura 34 – Fundo falso	85
Figura 35 – Esquema de ligação do controlador	86
Figura 36 – Esquema elétrico de comando e força	87
Figura 37 – Ligações dos controladores	88
Figura 38 – Contatores e plugs	88
Figura 39 – Bomba na forma inicial	89
Figura 40 – Bombas adaptadas	90
Figura 41 – Vedação de painéis	91
Figura 42 – Vedação nas resistências	91

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1 CERVEJA	21
3.1.1 Processo de fabricação de cerveja	21
3.1.2 Equipamento de produção de cerveja	24
3.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)	26
3.3 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE - QFD	28
3.4 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO	30
3.4.1 Furadeira de Bancada	30
3.4.2 Calandragem	30
3.4.3 Corte por jato d'agua	30
3.4.3 Soldagem MIG	31
4 METODOLOGIA	33
5 PROJETO DE ESPECIFICAÇÕES (PI)	37
5.1 ESCOPO DO PRODUTO	37
5.2 TECNOLOGIAS E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DISPONÍVEIS	37
5.3 PADRÕES, ASPECTOS LEGAIS E PATENTES	37
5.3.1 Padrões, aspectos legais	37
5.3.2 Patentes	38
5.3.3 Produtos concorrentes	41
5.3.3.1 BravoBrew	41
5.3.3.2 Bier Maker	43
5.3.3.3 BeerBot	44
5.4 CICLO DE VIDA	45
5.5 DEFINIÇÃO DOS CLIENTES DO PRODUTO	46
5.6 IDENTIFICAR OS REQUISITOS DOS CLIENTES DO PRODUTO	46
5.6.1 Coleta das necessidades dos clientes	46
5.6.2 Definir requisitos dos clientes	47
5.6.3 Valorar requisitos dos clientes	48

5.7 DEFINIR OS REQUISITOS DO PRODUTO.....	50
5.7.1 Converter requisitos dos clientes em características	50
5.7.2 Classificar os requisitos do produto.....	50
5.7.3 Especificações metas do produto.....	51
6 PROJETO CONCEITUAL.....	53
6.1 MODELAGEM FUNCIONAL	53
6.2 DESENVOLVER PRINCÍPIOS DE SOLUÇÕES PARA AS FUNÇÕES	53
6.2.1 Definição dos efeitos físicos	54
6.2.2 Portadores dos efeitos físicos	54
6.2.3 Desenvolvimento de alternativas de solução	55
6.2.4 Definição da arquitetura	56
6.2.5 Identificação de sistemas subsistemas e componentes.....	57
6.2.5.1 Opção 1.....	57
6.2.5.2 Opção 2.....	59
6.2.5.3 Opção 3.....	60
6.3 ANALISAR SISTEMAS, SUBSISTEMAS E COMPONENTES.....	62
6.3.1 Identificação e análise de aspectos críticos do produto	62
6.3.1.1 Aspectos críticos da opção 1.....	62
6.3.1.2 Aspectos críticos da opção 2.....	63
6.3.1.3 Aspectos críticos da opção 3.....	63
6.3.2 Definir parâmetros principais.....	63
6.3.2.1 Parâmetros principais da opção 1	63
6.3.2.2 Parâmetros principais da opção 2	64
6.3.2.3 Parâmetros principais da opção 3	64
6.4 DEFINIR ERGONOMIA E ESTÉTICA DO PRODUTO.....	64
6.4.1 Ergonomia.....	64
6.4.2 Estética.....	65
6.5 DEFINIR FORNECEDORES E PARCERIAS DE CO-DESENVOLVIMENTO.....	66
6.5 DEFINIR CONCEPÇÃO DO PRODUTO.....	67
7 DEFINIÇÃO DO PROTÓTIPO	69
7.1 PANEAS.....	69
7.1.1 Panela de aquecimento da água.....	70
7.1.2 Panela de Brassagem	70
7.1.3 Panela de Fervura.....	70

7.1.4 Fundo falso.....	71
7.2 GERAÇÃO DE CALOR	71
7.3 BOMBAS D'ÁGUA	71
7.4 CONTROLE DE TEMPERATURA	72
7.5 REFRIGERAÇÃO.....	73
7.6 TRANSPORTE DE LÍQUIDO	73
7.7 VÁLVULAS	74
7.8 EQUIPAMENTOS ADICIONAIS.....	75
7.8.1 Fermentador.....	75
8 PROTÓTIPO FABRICADO	77
8.1 MATERIAIS	77
8.2 PANELAS.....	78
8.3 FUNDO FALSO	83
8.4 AUTOMAÇÃO E CONTROLE DO SISTEMA DE TEMPERATURA	86
8.4.1 Controle da temperatura.....	86
8.4.2 Automação do sistema.....	87
8.5 BOMBAS D'ÁGUA	89
8.6 TESTE DE VEDAÇÃO	90
9 CONCLUSÃO	93
REFERÊNCIAS.....	97
APENDICE A: FORMULÁRIO PARA OS CLIENTES.....	101
APENDICE B: RESPOSTA DOS CLIENTES.....	107

1 INTRODUÇÃO

Segundo o art. 64 da Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994, “Cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. ”

A história da cerveja começa há mais de 10000 anos com as primeiras bebidas alcoólicas produzidas por fermentação. As comprovações de uso de cereais em bebidas com processo de malteação são de 5000 anos atrás, porém a fabricação era caseira e a produção em cervejarias demorou a acontecer (CARVALHO 2007).

A cerveja entrou no Brasil no século XVII vinda com uma expedição holandesa, mas foi embora com a mesma em 1654. Quase dois séculos depois cervejas inglesas começaram a ser importadas e em 1830 foi retomada a produção de cerveja no país. As micros cervejarias surgiram apenas na década de 1880 e foram se consolidar, assim como as cervejas artesanais, nos anos 2000 (MORADO 2009).

A denominação genérica das primeiras cervejas brasileiras como “cerveja marca Barbante” devido a utilização de um barbante amarrado a rolha da garrafa a fim de evitar que a pressão gerada pelas técnicas rudimentares de fabricação expelisse a rolha do envase (COUTINHO 2014).

A cerveja artesanal se diferencia da industrial citando que as industriais buscam atingir o maior público possível e para ter custos mais competitivos utilizam-se de até 40% de cereais não maltados. Já nas cervejarias artesanais a preocupação maior é com a qualidade, utilizando-se ingredientes mais nobres e selecionados e em sua grande maioria, seguindo a lei alemã da pureza ELDEBRAU (2012).

Uma cerveja artesanal é produzida em uma pequena cervejaria com métodos tradicionais e com ingredientes de qualidade. As cervejas artesanais estão ganhando mercado no mundo. Nos EUA o aumento foi de 15% no ano de 2012, já no Reino Unido foram vendidos 500 mil kits de cerveja caseira no mesmo período (HUGHES 2013).

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo. No ramo das cervejas artesanais, o crescimento das microcervejarias aumenta a cada ano, como podemos ver na Figura 1. Em 2015 houve uma média de uma microcervejaria aberta a cada semana, deixando o país com um total de 372 cervejarias artesanais. Essas cervejarias encontram-se em sua maioria (91%), encontram-se nas regiões sul e sudeste. São Paulo com 91 cervejarias é o estado com mais fabricas, o Paraná ocupa

a quinta posição com 44 microcervejarias, uma a menos que o estado de Minas Gerais. (FERREIRA, 2016)

Figura 1 - Crescimento das microcervejarias



Fonte: Instituto da Cerveja (2016)

A expansão do setor cervejeiro permite o surgimento de microcervejarias que com produtos diferenciados, com alta qualidade de matéria prima e processos de fabricação específicos para cada tipo de cerveja produzida, roubam parte dos clientes de cervejarias maiores. (ORTIZ, 2014).

O mercado regional encontra-se extremamente aquecido, com muitos grupos de pessoas procurando conhecimento sobre produção de cerveja e sobre equipamentos de produção. Em contraponto, não se encontram equipamentos de três painéis com sistemas que facilitem a produção de cerveja, os equipamentos do mercado ou são equipamentos totalmente automatizados e com custo elevado, ou são equipamentos simples que por muitas vezes não atendem nem as necessidades sanitárias de equipamentos de produção alimentícia.

Assim produtores caseiros de cervejas artesanais precisam buscar adaptações caseiras e soluções espelhadas em outros equipamentos de produção

para construir um equipamento que realize as suas necessidades em um preço mais acessível. Muitas vezes é necessário diluir o valor do equipamento em ajustes pontuais realizados de tempo em tempo. Como alguns itens são difíceis de serem encontrados na região, algumas adaptações acabam por se tornar caras e situações que não são sanitariamente corretas são diminuídas a fim de viabilizar o equipamento adaptado.

Como se trata de um equipamento criado, na maioria das vezes, de forma caseira, não existem estudos mais difundidos sobre um equipamento que atenda às necessidades dos produtores caseiros de cerveja que possua um valor dentro das aceitações do mercado. Nesse sentido o trabalho irá realizar um estudo sobre os equipamentos *all grain*/extrato de cerveja artesanal, com o objetivo de determinar um protótipo que atenda as exigências do mercado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo sobre os equipamentos de produção *all grain*/extrato de cerveja artesanal.

2.2 OBJETIVO ESPECIFICO

Como objetivos específicos do trabalho podemos citar as seguintes ações:

- Realizar o estudo de um projeto conceitual para equipamento de produção de cerveja *all grain*/ extrato de cerveja artesanal;
- Levantar as necessidades de um equipamento através de conversas com público consumidor em potencial;
- Qualificar e delimitar as necessidades de um equipamento de produção *all grain* de cerveja artesanal com o auxílio de processo de desenvolvimento de produto, especificando as necessidades dos clientes em potencial do equipamento;
- Definir um protótipo final que melhor atenda às necessidades dos clientes;
- Realizar a fabricação de um protótipo final com base no equipamento definido.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CERVEJA

A lei alemã da Pureza, promulgada pelo Duque Guilherme IV da Baviera em 1516 determina que a cerveja deve ser produzida com apenas quatro ingredientes: água, lúpulo, malte e fermento. (EDEN 1993).

O mercado de cervejas no Brasil possui um crescimento promissor, tanto para quem consome quanto para quem empreende. A bebida possui uma tradição de consumo e com o aumento da população com mais de 18 anos o consumo tende a aumentar. (MATOS, 2011)

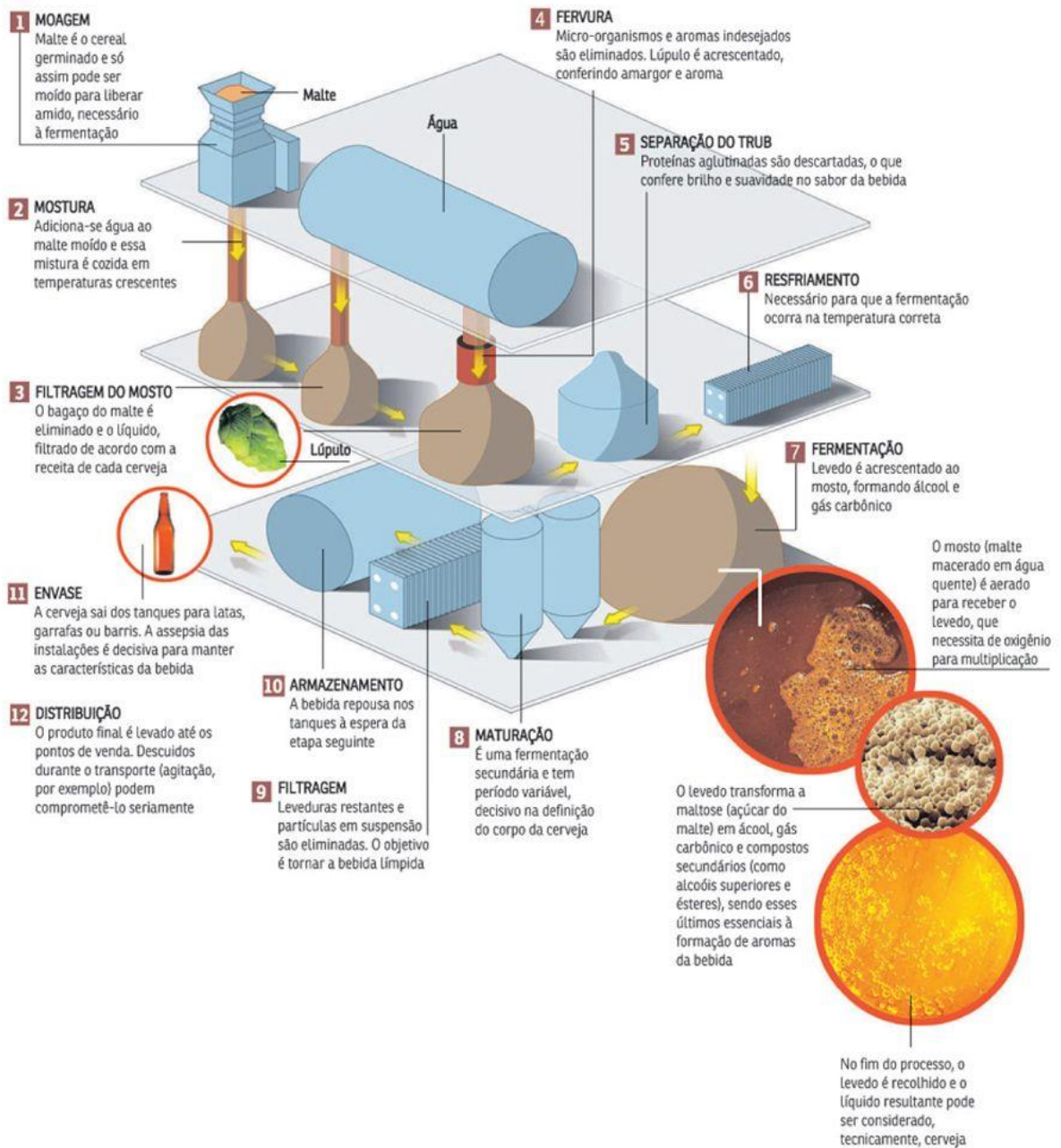
3.1.1 Processo de fabricação de cerveja

A produção de cerveja pode variar de acordo com os ingredientes e o tipo de cerveja que se busca criar. Em sua maioria, as cervejas seguem um ciclo de produção que se inicia na limpeza e sanitização do equipamento, passa a moagem, Mosturação, clarificação ou filtragem, fervura, fermentação, maturação e envase, retornando à primeira etapa para a produção de um novo lote. A Figura 2 mostra um exemplo de processo de fabricação de cerveja.

Figura 2 - Processo de fabricação da cerveja

PASSO A PASSO

Entenda como é o processo de produção da cerveja



A limpeza e sanitização do equipamento é a primeira etapa e uma das etapas mais importantes do processo de fabricação da cerveja. A limpeza deve ser feita com detergente neutro e tendo o cuidado com o enxague total dos equipamentos. A sanitização pode ser feita com uma mistura de cinco colheres de sopa de água sanitária para cada 20 litros de água (PALMER 2006).

A moagem é um processo utilizado para reduzir grãos a farinha ou pó. Esse processo é realizado por moinhos ou moedores e pode ocasionar um aumento na temperatura do produto (SANTOS 2011).

Além da moagem do malte, o processo de brasagem possui a mistura do malte moído com água e seu aquecimento, uma filtração que separará as cascas do malte e criará o mosto. Então adiciona-se o lúpulo e é realizada a fervura com posterior resfriamento com o auxílio de trocadores de calor (ROSA, AFONSO, 2015).

A Mosturação é a etapa que o malte moído é misturado com água e aquecido em temperaturas de até 72° C de acordo com as necessidades da receita. Nessa etapa as enzimas do malte que são liberadas iram formar os pequenos açúcares, fermentáveis e não fermentáveis (CARVALHO 2007).

A clarificação é um processo que deixa a cerveja mais translúcida e evita que pedaços de casca do malte cheguem a fase de fervura. A etapa é feita com o auxílio de um fundo falso. O mosto irá recircular até que ele passe a sair sem resíduos (VIEIRA 2004).

São quatro as razões principais para a fervura do mosto: Extração das principais características do lúpulo, precipitar as proteínas indesejáveis, eliminar componentes voláteis e evaporar uma parte do mosto a fim de aumentar a densidade. O tempo de adição dos lúpulos irá alterar a cerveja. Ao fim do processo de fervura, deve-se resfriar o mais breve possível o mosto a fim de evitar a formação de compostos indesejáveis e contribuir para a precipitação de resíduos sólidos da fervura, facilitando assim a sua separação (TOSTES 2015).

A etapa de Fermentação é a etapa onde se adiciona o fermento ao mosto. É realizada dentro de um fermentador. Antes da fermentação é importante aerar o mosto para que aja oxigênio no crescimento do mosto. Após isso o fermento é adicionado ao mosto e a fermentação será realizada em um intervalo de 7 a 10 dias (MERA 2005).

O processo de maturação será realizado separando o fermento do mosto através da transferência do mosto para um recipiente maturador. Essa separação

pode ser facilitada mantendo o fermentador por um ou dois dias em uma temperatura de 0° C. Nessa etapa as substâncias que foram geradas na fermentação irão interagir gerando o odor e o sabor da cerveja. Em alguns estilos de cerveja, essa etapa pode não ser necessária, trazendo até mais riscos do que benefícios (VIEIRA 2004).

Entre as principais funções da maturação destacam-se (CARVALHO 2007):

- Carbonatação: A contrapressão do tanque de maturação criada com o gás carbônico proveniente da fermentação fornece a cerveja níveis praticamente idênticos aos necessários com algumas correções que podem ser feitas numa segunda filtragem a fim de padronizar as produções.
- Maturação do sabor: Durante a maturação os ésteres são formados e dão origem aos aromas e sabores da cerveja “madura”. Reduzir a concentração dos ácidos diacetil, acetaldeído e sulfídrico também altera o sabor, para reduzi-los deve-se adotar temperaturas mais amenas de fermentação.

Na hora do envase é importante acrescentar cerca de 5 gramas de açúcar em cada garrafa, para que seja produzido gás carbônico no seu interior. O envase deve ser feito de uma forma que a tampa não permita vazamentos de gás da garrafa. Deve se respeitar um tempo de no mínimo 7 dias após o envase antes de abrir a garrafa (MENDES)

3.1.2 Equipamento de produção de cerveja

Os equipamentos necessários para a fabricação de cerveja podem variar de acordo com cada método de fabricação. Para os métodos de produção com kit, com extrato de malte e *all grain*, os materiais necessários estão apresentados na Figura 3 (HUGHES 2013):

Figura 3 - Equipamentos de produção.

EQUIPAMENTO DE PRODUÇÃO – QUADRO GERAL

Equipamento	Produção com kit	Produção com extrato de malte	Produção com método all-grain
Fermentador (ao lado)	✓	✓	✓
Hidrômetro e tubo de teste (ao lado)	✓	✓	✓
Sifão (ao lado)	✓	✓	✓
Colher cervejeira (ao lado)	✓	✓	✓
Termômetro (p. 50)	✓	✓	✓
Balde (ou barril) de maturação (p. 50 e pp. 68-9)	✓	✓	✓
Abridor de lata e chaleira (p. 50)	✓	N/A	N/A
Válvula airlock (p. 50)	OPCIONAL	OPCIONAL	OPCIONAL
Aquecedor (p. 50)	OPCIONAL	OPCIONAL	OPCIONAL
Mangueira para encher garrafa (p. 50)	OPCIONAL	OPCIONAL	OPCIONAL
Panela (ou caldeirão) de fervura (p. 51)	N/A	✓	✓
Balanças (p. 51)	N/A	✓	✓
Timer digital (p. 51)	N/A	✓	✓
Sacos para grãos (p. 51)	N/A	OPCIONAL	OPCIONAL
Resfriador (p. 51)	N/A	OPCIONAL	OPCIONAL
Cuba de brassagem (p. 52)	N/A	N/A	✓
Braço de sparge (p. 52)	N/A	N/A	✓
Tanque de água quente (p. 52)	N/A	N/A	✓
Hop back (p. 53)	N/A	OPCIONAL	OPCIONAL
Frasco Erlenmeyer (p. 53)	N/A	OPCIONAL	OPCIONAL
Stir plate (p. 53)	N/A	OPCIONAL	OPCIONAL
Beer gun (p. 53)	N/A	OPCIONAL	OPCIONAL
Controlador de temperatura e geladeira de fermentação (p. 53)	N/A	OPCIONAL	OPCIONAL
Software para fabricação de cerveja e aplicativos (p. 53)	N/A	N/A	OPCIONAL
Medidor digital de pH (p. 53)	N/A	N/A	OPCIONAL
Refratômetro (p. 53)	N/A	N/A	✓

Fonte: Hughes (2013) p. 48.

A lista de equipamentos necessária para a fabricação de cerveja é dada por: três unidades de um fogareiro médio cromado, uma balança digital, uma caldeira com bazuca, que é o filtro da panela de mostura, e válvula que é ligada a bazuca (o tamanho pode variar de acordo com a quantidade a ser fabricada), três conexões para as panelas, um moinho para o malte, um termômetro atóxico, dois caldeirões para a fervura e o aquecimento da água, com válvulas, uma pipeta de vidro graduada, uma jarra transparente para o despejo do malte, aproximadamente 5 metros de mangueira atóxica de silicone, um tubo de enchimento de 3/8" uma proveta de plástico, um densímetro de massa específica, um resfriador simples, uma chave para abrir o balde fermentador, um airlock sem rolha para o fermentador e uma rolha, um hopbag para impedir que o lúpulo se espalhe, uma seringa para adicionar açúcar, garrafas para

envase, um arrolhador, tampinhas formula para o fechamento das garrafas, pás cervejeiras e uma escumadeira (EISENBAHN).

Um moedor, um fogão, caldeirões, bazooka, colheres, escumadeira, jarra, termômetro, resfriadores ou *chiller*, fermentadores, refratômetro, *airlock* e rolhas, arrolhador, e garrafas são os equipamentos necessários para a fabricação de cerveja (VIEIRA 2004).

Ferreira, *et al* (2011), destaca em pesquisa realizada, que as inovações no setor de produção de cerveja artesanal estão ocorrem de forma constante, tendo se uma grande ênfase em inovações incrementais e adaptações de processo, possibilitando a criação de diferenciais competitivos para o setor.

3.2 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (PDP)

O desenvolvimento de produtos é um conjunto de atividades e tendo em conta as restrições tecnológicas e as necessidades do mercado, criar especificações de projeto de um produto e seu processo de fabricação. Em uma etapa final o desenvolvimento ainda envolve o acompanhamento do produto no mercado após seu lançamento para analisar possíveis mudanças e análise do ciclo de vida do mesmo (ROZENFELD *et al* 2006).

Fases iniciais do PDP são responsáveis por cerca de 85% do custo final de um produto e suas principais especificações. (ALVARENGA, 2006). Tomar decisões sobre o projeto, além de antecipar problemas e facilitar a busca por soluções pode reduzir em até 50% o tempo de lançamento do produto.

Com o crescimento da internacionalização do mercado e o aumento da diversidade de produtos, um bom desenvolvimento de produto se torna cada vez mais essencial para o sucesso do mesmo, possibilitando a empresa que encontre formas de criar um produto mais produtivo e em um intervalo menor de tempo (ROZENFELD *et al* 2006)

O modo com que o produto é desenvolvido por uma empresa irá ser responsável direto pelo desempenho de mercado do mesmo. A empresa deve buscar um modelo que se adeque as suas necessidades de forma a estruturar e organizar a gestão do processo de desenvolvimento (ALVARENGA, 2009).

O PDP envolve um fluxo de atividades e de informações. Na empresa diversas áreas serão envolvidas. Desde o marketing, `Pesquisa e Desenvolvimento,

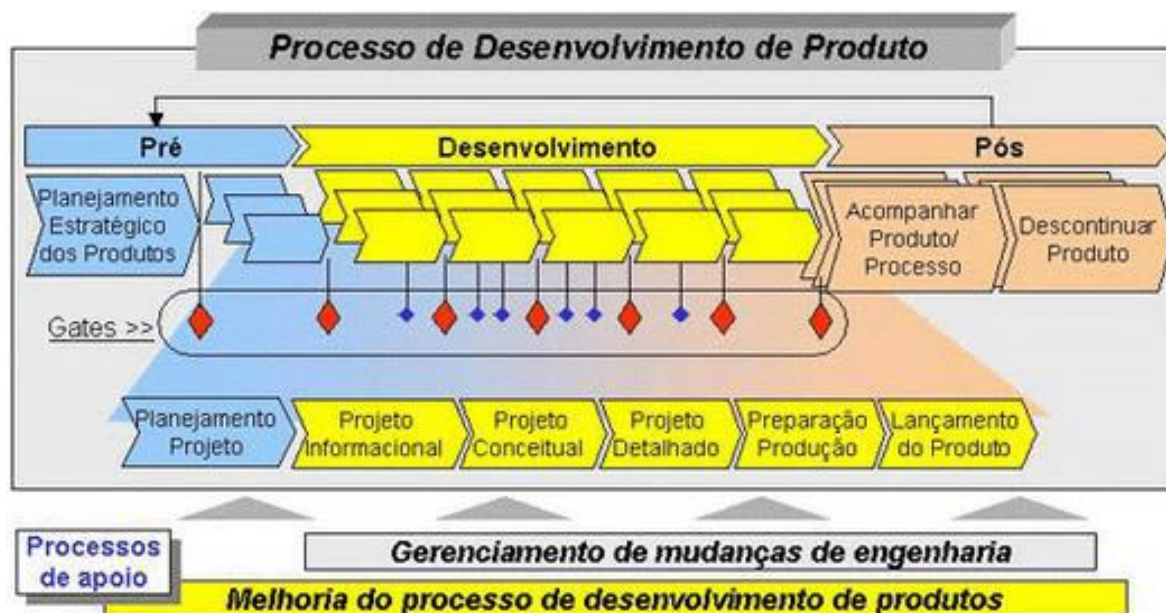
Engenharia, Compras, Manufatura até mesmo a distribuição. Além da ligação interna existe ainda as ligações externas com fornecedores e os consumidores do produto. Compreendendo assim, desde atividades de planejamento estratégico, levantamento de informações e conceitos, fabricação até melhorias e descontinuidade e retirada do produto do mercado (ROZENFELD *et al* 2006).

O processo de desenvolvimento de produtos compreende diversas áreas de uma empresa, ao passo que cada área contribuirá com o projeto de acordo com a sua competência. O PDP é dividido em: geração da ideia, investigação prévia, desenvolvimento, série piloto e lançamento no mercado, sendo que não a um limite estabelecido entre as fases do mesmo (SALES E NAVEIRO 2010).

O desenvolvimento de produtos está relacionado com praticamente todas as demais funções de uma empresa, sendo assim se faz necessário conhecer todos os membros de todas as áreas funcionais de um projeto, bem como, todas as suas habilidades (MUNDIM *et al* 2002).

O processo de desenvolvimento de produto é dividido em três macroprocessos (FIGURA 4) que são subdivididos em fases menores. Esses macroprocessos são descritos a seguir (ROZENFELD *et al*, 2006):

Figura 4 - Etapas do processo de desenvolvimento de novos produtos



Fonte: Rozenfeld *et al*. (2006).

- Pré-desenvolvimento: ou planejamento do produto, é onde se cria o escopo do projeto, se avalia os riscos e as capacidades do projeto a

fim de ser elaborado um plano de negócio que atenda às necessidades financeiras e de mercado do produto.

- **Desenvolvimento:** essa é uma fase mais subdividida, onde é requisitado junto ao público alvo as necessidades e desejos do produto em uma etapa denominada projeto informacional. No projeto conceitual, utiliza-se as informações obtidas no projeto informacional para criar um conceito para o produto. Com o conceito formado o projeto é detalhado, assim materiais dimensões, formas, processos de fabricação e todas as necessidades construtivas são determinadas e fixadas. Por fim a produção é preparada e o produto será lançado.
- **Pós-Desenvolvimento:** é a fase de acompanhamento do projeto, realizando correções de falhas que possam ocorrer, o acompanhamento se faz necessário para manter o produto ativo e funcional até que seja retirado do mercado. Essa etapa irá registrar as experiências obtidas a fim de aprender com possíveis erros cometidos, bem como aplicar melhoras e atualizações no produto.

3.3 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE - QFD

O objetivo principal do desdobramento da função qualidade é assegurar que o projeto final de um produto atenda às necessidades de seus consumidores. A técnica do QFD foi desenvolvida em Kobe na Mitsubishi e busca determinar o que o cliente quer e como isso pode ser conseguido, como nem sempre o cliente é considerado desde as primeiras etapas de um projeto é recomendável verificar se o produto atenderá as suas necessidades (SLACK *et al* 2006).

QDF é um método de desenvolvimento de qualidade que visa a satisfação do consumidor traduzindo os requisitos do mesmo em metas de projeto para que se possa garantir uma qualidade final, mesmo quando o produto ainda encontra-se em fase de projeto (AKAO 1990).

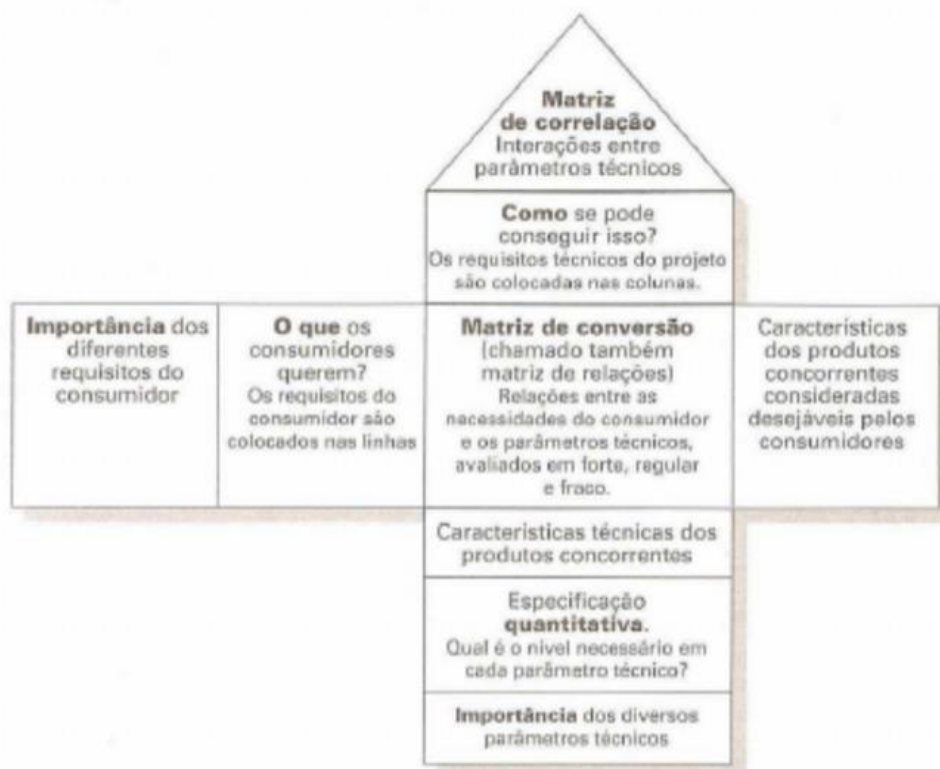
QFD é um método que objetiva traduzir os desejos dos clientes em características de qualidade dos produtos, sendo uma ferramenta de qualidade e planejamento que permite considerar as necessidades dos consumidores durante as

etapas de desenvolvimento do produto buscando sempre a satisfação máxima dos clientes (BERNAL *et al* 2009).

A utilização de QFD traz uma série de benefícios para o projeto, tais como: Desenho preventivo, é a maior vantagem do método é que com a sua aplicação de QFD mais de 90% das alterações de design são feitas antes da entrada do produto no mercado; Redução do tempo e custo de desenvolvimento e a melhora na satisfação do cliente. (BERNAL *et al* 2009)

O desdobramento da função qualidade surge da necessidade do consumidor com o objetivo de transforma-las em parâmetros técnicos. (BAXTER 2000). O QFD possui quatro estágios: Desenvolver uma matriz para converter as características desejadas em atributos técnicos, ordenar os produtos existentes quanto a satisfação e desempenho, fixar metas quantitativas para os atributos técnicos, ordenar a priorização das metas. O diagrama do desdobramento da função qualidade é mostrado nas Figura 5.

Figura 5 - Diagrama do desdobramento da função qualidade – “casa da qualidade”



Fonte: Baxter 2000 p. 213.

3.4 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a fabricação do protótipo alguns processos são necessários o presente tópico introduz teoricamente esses processos.

3.4.1 Furadeira de Bancada

Furação é um processo de usinagem que realiza um movimento de corte circular, onde a ferramenta avança na direção do seu eixo de rotação (NR DIN 8589 apud CASTILHO 2005). A furação é o processo mais utilizado para obtenção de furos circulares em materiais, ela disponibiliza condições variadas e é encontrada na maioria das peças das indústrias do setor metal mecânico (FERRARESI 1969).

Os equipamentos de furação podem ser classificados de diversas maneiras. Pelo sistema manual ou automático, pelo sistema de avanço, pelo estilo (bancada, radial, coluna, portátil, etc.), entre outros (DA SILVA 2010). Para furações mais simples, o estilo mais comumente utilizado é a furadeira de bancada. Para a Furação é necessário utilizar-se de fluidos de cortes para evitar a trepidação do conjunto ferramenta-maquina-peça, diminuir a geração de calor por atrito e resfriar a região de corte, os mais utilizados são os óleos emulsionáveis, óleos minerais sulfurados ou clorados. (FERRARESI 1969)

3.4.2 Calandragem

A calandragem é um processo de curvamento de barras, cantoneiras e tubos que possibilita a criação de curvas com raios pré-determinados. A calandra é o equipamento utilizado para tal processo, ela possui um conjunto de rolos ou cilindros que realizam movimento giratório com mecanismos de regulação das distâncias entre roletes para a obtenção dos da curva desejada. (PALMEIRA 2005). A Figura xx mostra um exemplo de calandra

3.4.3 Corte por jato d'água

O corte por jato d'água é um processo de secção de material com utilização de energia mecânica. Nesse processo um jato fino de água impacta na peça com alta pressão na superfície de contato seccionando o material (BARP 2009). Nesse processo, deve-se levar em consideração parâmetros como diâmetro de abertura do

bocal, distância entre a abertura do jato e a peça, velocidade de avanço, velocidade e pressão da água.

3.4.3 Soldagem MIG

O processo de soldagem MIG é um dos processos mais utilizados atualmente. Na soldagem por curto-circuito a transferência de metal se faz pela tensão superficial onde uma pequena poça de fusão é produzida. (SOUZA 2011). A soldagem MIG realiza a união de peças metálicas através do aquecimento das mesmas com a utilização de um arco elétrico entre a peça de trabalho e um eletrodo nu e da utilização de proteção inerte ou rica em gases inertes. (MARQUES *et. al.* 2009).

O processo MIG pode ser utilizada em materiais de espessuras amplas, em metais ferrosos e não ferrosos. Trata-se de um processo com alta taxa de deposição e alta versatilidade em relação ao tipo de material que exige uma menor habilidade do soldador comparado a soldagem com eletrodos revestidos (MARQUES *et. al.* 2009).

4 METODOLOGIA

A metodologia do projeto terá como base a proposta de Rozenfeld *et al.* (2006) utilizando-se de projeto informacional (projeto de especificações) e projeto conceitual.

O projeto informacional (projeto de especificações) tem como objetivo levantar o máximo de informações necessárias para se desenvolver as especificações-meta do produto. Essas especificações irão direcionar os problemas e suas soluções para a criação de um produto funcional que atenda as demandas dos clientes. (ROZENFELD *et al.* 2006). Com base nisso o projeto de especificações deve revisar e atualizar o escopo do produto, detalhar seu ciclo de vida, identificar os requisitos dos clientes e assim definir os requisitos do produto e suas especificações.

A fase do projeto conceitual, por sua vez, deve buscar em soluções já existentes, criar novos métodos de solução, representar de forma objetiva as soluções e selecioná-las com base nas necessidades dos clientes. Nessa etapa será determinada a arquitetura e estética do produto (ROZENFELD *et al.* 2006).

Uma ferramenta de apoio, *Quality Function Deployment* – QFD será utilizada para auxiliar na determinações das especificações do produto.

O QFD é um método cuja função é descobrir os desejos dos clientes para então através de matrizes encontrar a forma mais adequada de atender a esses desejos. (SILVA 2014). Trata-se de uma ferramenta de apoio que busca uma maior eficiência de projeto através do entendimento e da solução das necessidades dos clientes (CHENG *et al.* 2010). A Figura 6 mostra uma matriz casa de qualidade que deve ser preenchida de acordo com os requisitos dos clientes, contemplando seu grau de importância.

Figura 6 – exemplo de matriz casa de qualidade.

Requisitos de Projeto (COMOs) Características da Qualidade		Dimensões da embalagem											Avaliação Competitiva					
		Comprimento	Largura	Altura	Rugosidade superficial da embalagem	Força de abertura	Formato da embalagem	Tempo de abertura	Espessura da embalagem	Temperatura	Índice de coeficiente térmico -	Norma do INMETRO de embalagens	% Ingredientes	Especificação dos ingredientes	Cores da embalagem			
Requisitos dos Clientes (O QUES – Qualidade exigida)		Importância												Avaliação Competitiva				
			1	2	3	4	5	Ruim					Excelente					
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Gostoso, saboroso, delicioso	Abrir a embalagem com facilidade	2																
	Gelado	5																
	Informações nutricionais	3																
	Não pode derreter enquanto a criança chupa	4																
	Facilidade de segurar com as mãos	3																
	Não enjoativo	3																
	Sabor	4																
	Saudável	3																
	Identificação visual da embalagem	2																
	Higiene	5																
	Aspecto visual agradável	2																
	Valores Objetivo																	
Avaliação Competitiva Técnica	Excelente																	
	5																	
	4																	
	3																	
	2																	
Ruim	1																	
Importância Técnica	Absoluto																	
	Relativo																	

Fonte: Rodrigues (2004).

Com base nisso o presente trabalho se dividirá em projeto de especificações, onde será avaliado as situações de mercado, com patentes, concorrentes, aspectos legais e, por fim, as necessidades dos clientes, onde com o

auxílio de um questionário enviado a potenciais clientes será elaborado uma matriz casa de qualidade a respeito do produto. Em uma segunda parte, essas especificações serão avaliadas e as necessidades serão delimitadas e qualificadas de acordo com as informações obtidas nas respostas do formulário e conversas com clientes potenciais. Com as características do equipamento qualificadas será então realizada a definição do protótipo final do equipamento e realizada a sua fabricação.

5 PROJETO DE ESPECIFICAÇÕES (PI)

5.1 ESCOPO DO PRODUTO

O Escopo do produto é uma máquina de produção *all grain*/extrato de cerveja artesanal automática que permita uma autonomia ao usuário. Com controle do processo e interação entre as etapas do mesmo.

O projeto visa entregar ao cliente a experiência de criação de cerveja artesanal independente do conhecimento teórico e prático que o mesmo possua.

5.2 TECNOLOGIAS E MÉTODOS DE FABRICAÇÃO DISPONÍVEIS

Para a fabricação dos equipamentos, tem-se a utilização dos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Pato Branco. Dentre os que serão utilizados estão os de usinagem e soldagem. Para os recipientes será utilizado o aço inox. O equipamento então poderá ser fabricado por métodos como: estampagem e através de soldagem tig.

5.3 PADRÕES, ASPECTOS LEGAIS E PATENTES

5.3.1 Padrões, aspectos legais

Existem em vigor algumas normas, portarias e padrões que utilizados para normatizar dispositivos que sejam utilizados na fabricação de alimentos e bebidas para o controle da qualidade do alimento produzido:

- A portaria nº 326 de julho de 1997: Trata sobre as condições higiênico-sanitárias de fabricação para estabelecimento, produtores e industrializadores de alimentos. O material do equipamento em contato com o alimento não pode transmitir substâncias tóxicas, odores e sabores ao alimento, deve-se também ser liso e livre de frestas e rugosidades. O projeto deve ser feito de forma a facilitar a higienização e limpeza.
- A Lei 8.918 de 14 de julho de 1994 determina que não se podem haver corpos estranhos no produto final, sendo assim o equipamento

deve ser feito para que não sejam liberadas partes na mistura do alimento, bem como evitar que corpos externos entrem em contato e se misturem com o produto.

- A ABNT NBR NM 60335-1: 2010 destaca as proteções necessárias e enclausuramento em torno de partes vivas e de risco potencial para que se evite acidentes na operação de equipamentos.

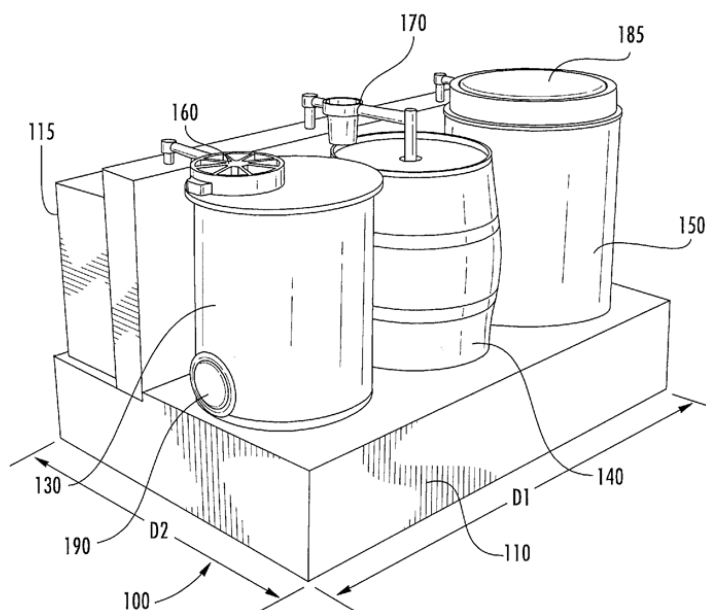
Considerando o equipamento de produção de cerveja artesanal, essas normas influenciaram nas decisões de layout do equipamento, para que o mesmo tenha uma garantia de sanitização e limpeza o mesmo precisará ter um layout limpo, que possa ser mantido sem obstruções na hora da limpeza. No que diz respeito ao material de construção é necessário buscar um material que não somente aceite as temperaturas de trabalho, mas também que não possua nenhum potencial de deterioração bem como não seja produzido com materiais tóxicos nas superfícies de contato com o líquido. Na parte de segurança do equipamento, as situações que possam envolver motorização, cortes, disjuntores ou painéis elétricos, é necessária à sua isolação bem como a identificação dos riscos em potenciais.

5.3.2 Patentes

No campo de equipamentos de produção de cerveja existem diversas patentes de equipamentos. Para o projeto foram consideradas patentes encontradas no buscador de patentes do Google, as patentes foram utilizadas para se entender o que existe sobre equipamentos caseiros de cerveja de forma técnica, para ponderar processos e evitar que o protótipo final se constitua de um uso indevido de patente.

A Patente US20140017354-A1 é sobre um sistema de produção de cerveja automatizada. O sistema é representado na Figura 7 e contempla equipamentos como a base, caldeira de fervura, taco de trituração, sistema de bombeamento bem como um sistema de controle. Trata-se de um equipamento de cerveja *all grain* que possui o mesmo estilo produtivo que se almeja no projeto, possuindo três painéis com tecnologia de automatização que vem para diminuir os esforços manuais durante a produção de cerveja.

Figura 7 - Representação patente US20140017354.

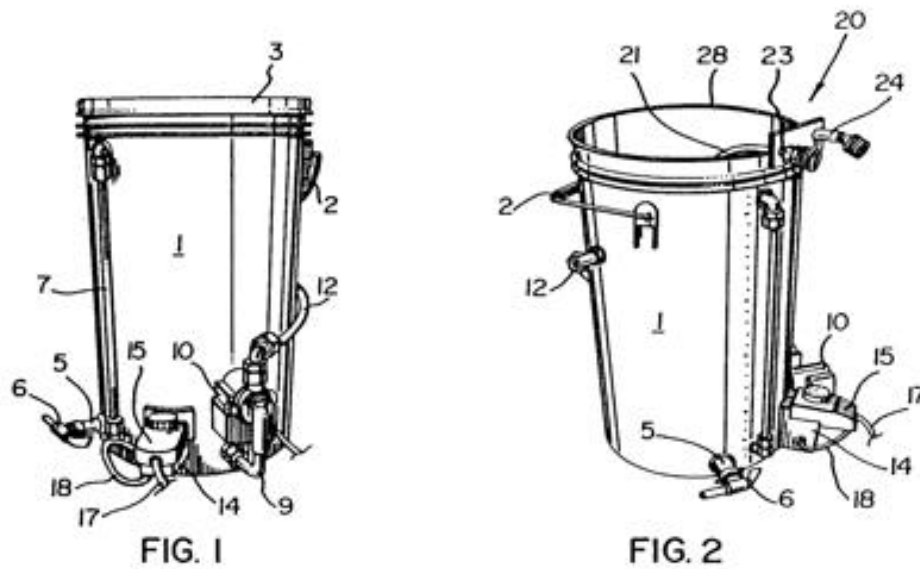


Fonte: USPTO 2016

A patente US9228163 traz um método que cria um aparelho compacto com todo o processo de produção de cerveja, de uma forma automatizada. Com circuitos de troca de calor, tanques, bombas, válvulas, filtros, coletores e até um sistema de controle. Tem sistemas de controle de temperatura e processo que auxiliam na produção de cerveja, algo que é buscado no projeto.

A patente US4754698-A é um aparelho convencional de produção de cerveja com bombas, aquecedores com controlador, indicadores de nível, arrefecimento, grade ajustável para suporte do saco e grãos a uma distância dos aquecedores. É um equipamento single vessel que se parece e muito com os equipamentos encontrados no mercado brasileiro, auxiliando a entender o que essa linha de produtos oferece e qual são as vantagens potências de um equipamento *all grain* em relação a esse tipo de produção. A Figura 8 mostra um esboço da patente.

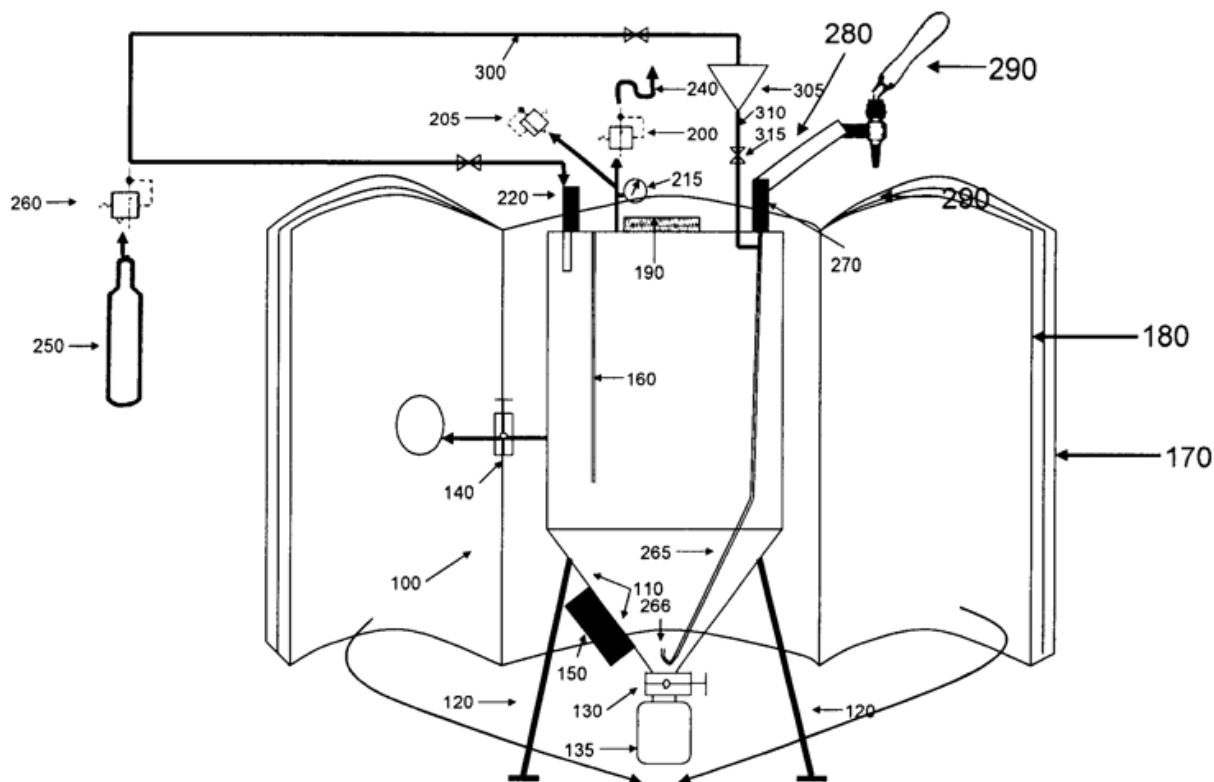
Figura 8 - Representação patente US4754698-A.



Fonte: USPTO (2017).

A patente US8601936-B2 é um sistema de fabricação de cerveja em pequena escala que possui um único recipiente pressurizável. Onde a cerveja é carbonatada de forma natural até o nível desejado. Um equipamento que possui todas as etapas de produção e assim nos traz informações e conhecimentos, facilitando a análise do que se faz necessário e do que é eliminado em uma análise de critérios do equipamento A Figura 9 mostra um esboço da patente:

Figura 9 - Representação patente US8601936 B2.



Fonte: ESPACENET (2017).

As patentes encontradas trazem um caminho para a busca de conhecimento necessário para a produção de um protótipo. Comparar os diferentes métodos de cada equipamento patenteado possibilita a criação de uma linha mais concreta para a produção do equipamento. Os equipamentos trazem uma grande quantidade de soluções potências para a automatização do equipamento o que reduz o esforço manual para a produção de cerveja, essa é a linha que o protótipo busca seguir: Um equipamento que reduza os esforços manuais de produção.

5.3.3 Produtos concorrentes

Existem diversos kits de fabricação artesanal de cerveja. Alguns mais simples com equipamentos plásticos, até equipamentos mais robustos e automatizados feitos em aço inox. Os principais concorrentes são listados a seguir:

5.3.3.1 BravoBrew

A BravoBrew é uma empresa brasileira localizada em Londrina (PR). O modelo unico da empresa é o primeiro totalmente automatizado do Brasil, possui um *software* integrado com o celular que possibilita a criação de receita propria, bem como a utilização de receitas já disponíveis na plataforma. O modelo single vessel pode ser visualizado na Figura 10:

Figura 10 - Equipamento BravoBrew.



Fonte: BravoBrew (2017).

Possui as seguintes especificações:

- Dimensões: 60 x 50 x 50 cm
- Estrutura: aço inox escovado
- Cubas: aço inox 304
- Massa: 30 kg
- Capacidade de malte: 4,10 kg
- Lupulagem: 4 unidades de 100 g cada
- Tensão: 110 V ou 220 V
- Corrente: tomada padrão 20 A
- Conectividade: Ethernet, WiFi (802.11 b/g)
- Produção média: 15 L (mín. 6 e máx. 19 L)
- Preço: R\$4.900,00 á R\$5.900,00

5.3.3.2 Bier Maker

Lançada pela Cerveja da casa, o equipamento vendido pela Bier Maker é um equipamento single vessel que conta com flanges de encaixe medição de temperatura diretamente na tina de mostura, sistema integrado e aquecimento por resistência elétrica.

Possui diversos tamanhos, e potência começando em 20 litros com potência de 2500 W indo até equipamentos de 75 litros com guincho de elevação da tina de mostura.

Preço: Os equipamentos automatizados começam em R\$ 3.980,00 e chegam a R\$8.280,00. Existem ainda equipamentos sem nenhuma automatização e com caldeiras em alumínio que possuem valores a partir de R\$1.250,00 mais frete. A Figura 11 mostra um exemplo de kit automatizado Bier Maker

Figura 11 - Equipamento Bier Maker



Fonte: Bier Maker (2017).

5.3.3.3 BeerBot

BeerBot são panelas de produção de cerveja artesanal desenvolvidas pela Allbot equipamentos. Possuem diversos tamanhos e preços. A empresa trabalha com equipamentos caseiros e com equipamentos para produção em larga escala. A Figura 12 mostra um exemplo de equipamento, o BeerBot 20:

Figura 12 - Equipamento BeerBot 20



Fonte: www.cervejantes.com.br (2017).

Especificações técnicas:

- Material: Aço INOX AISI 304.
- Tensão de alimentação: 220VAC.
- Potência: 3.300W.
- Dimensões do equipamento: 740mm altura x 400mm diâmetro.

- Dimensões da embalagem: 600mm x 600mm x 1000mm altura.
- Bomba alimentícia Chugger In-line / March Pump.
- Elemento de aquecimento duplo em INOX.
- Módulo Eletrônico Programável PID com Display LCD em português.
- Sensor de temperatura digital.
- Capacidade total da panela principal: 45 litros.
- Capacidade de produção por brassagem: 15 a 30 litros de cerveja por brassagem.
- Tubo de malte intercambiável.
- Vedações em borracha de silicone atóxico.
- Baixo consumo de energia.
- O painel eletrônico gerencia a alimentação das resistências por PID e PWM.
- Alimentação em rede monofásica (Fase + Fase 220V ou Fase + Neutro 220V) funciona em qualquer residência.
- Preço: a partir de R\$7.690,00

5.4 CICLO DE VIDA

Um projeto passa por quatro estágios: o desenvolvimento, que é a concepção do projeto, conceitualmente sua fabricação até o seu lançamento no mercado, o crescimento de vendas, a sua maturidade e a retirada do mercado. Como se trata de um produto já existir no mercado e as necessidades serem mais fáceis de serem observadas o desenvolvimento do produto não demorará tanto. Tratando-se de um equipamento que tem seu uso em crescente aumento pode se considerar que, uma vez que o produto atenda aos requisitos, sua ascensão de vendas será facilitada.

A maturidade do produto levará em conta o *feedback* e as atualizações que podem ser realizadas no mesmo bem como da criação de produtos substitutos podendo ser estendida de forma considerável com *upgrades* no equipamento. A retirada do mercado acontece quando houver uma quantidade excessiva de upgrades a serem feitos para que o equipamento se mantenha competitivo. Pode-se reestruturar um novo produto para suprir a retirada do antigo.

5.5 DEFINIÇÃO DOS CLIENTES DO PRODUTO

O produto trata se de um equipamento de produção de cerveja artesanal, sendo assim, terá como publico final pessoas que apreciem as cervejas artesanais e tenham vontade de produzir sua propria cerveja, independente do conhecimento prévio sobre o assunto.

5.6 IDENTIFICAR OS REQUISITOS DOS CLIENTES DO PRODUTO

5.6.1 Coleta das necessidades dos clientes

Para mapear, compreender e transformar as necessidades dos clientes, uma entrevista com o Prof. Dr, Diogo Henrique Hendges cedida por alunos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná foi usada como base para criação de um formulário meta, que irá determinar as prioridades do equipamento de acordo com as necessidades coletadas por ele. O formulário pode ser visualizado no apêndice A

O questionário apresentou as características levantadas em pesquisa sobre a fabricação de cerveja e em entrevista com o mestre cervejeiro Hendges em forma de perguntas que visavam a obtenção do grau de importância de cada uma. As características expostas foram:

- A. Qualidade do equipamento;
- B. *Design*;
- C. Facilidade de manuseio;
- D. Automatização;
- E. Consumo de energia;
- F. Tempo de produção
- G. Dimensões reduzidas;
- H. Preço;
- I. Controle de temperatura;
- J. Bomba de resfriamento;
- K. Facilidade de movimentação;
- L. Higienização;
- M. Reposição de peças;
- N. Durabilidade;
- O. Capacidade de produção;

Com um tempo de 15 dias o formulário obteve-se 20 respostas que se encontram no anexo II. Através dessas respostas foi então possível determinar as necessidades dos clientes do produto. Bem como alguns detalhes do perfil do mesmo.

5.6.2 Definir requisitos dos clientes

Nas características mais importantes estavam a qualidade do equipamento (durabilidade, resistência), a presença de um sistema de bomba de resfriamento, a facilidade de higienização e durabilidade. Já o design e a redução do tempo de processo foram as consideradas menos importantes. Abaixo os requisitos determinados com as perguntas e o seu grau de importância (considerou-se valores de 1 a 5, com 1 referindo-se a pouco importante e 5 como muito importante):

- Qualidade do equipamento: Refere-se ao uso de materiais de boa qualidade que possuam uma boa resistência. Este item teve grau entre 4 e 5 em 19 das 20 respostas.
- *Design*: Diz respeito a estética do equipamento em si. Teve um grau baixo de importância, com 12 respostas estando com valores entre 1 e 2.
- Controle de temperatura: É sobre a capacidade de controlar temperaturas mais exatas durante o processo. Teve alto grau de importância com 19 respostas consideradas como valor entre 4 e 5.
- Bomba de resfriamento: Denota a uma maior rapidez de resfriamento do líquido após a fervura e antes da fermentação. Avaliado como alto grau de importância. (17 respostas entre 4 e 5).
- Facilidade de movimentação: Refere-se a mover o equipamento de um lugar ao outro com uma frequência considerável. Teve avaliação como média importância, o grau mais avaliado foi o nível 3 com 7 respostas.
- Facilidade de higienização: É quão fácil de ser limpo o equipamento nos intervalos entre produções. Um layout mais limpo facilita a limpeza, enquanto um desenho mais carregado pode dificultar e até inibir a higienização em alguns locais. Teve alto grau de importância com 13 respostas de valor 5.

- Nível de automação: A capacidade computacional do equipamento em trabalhar de forma automática. Teve grau médio pra alto, com 19 respostas com valor 3 ou maior.
- Consumo de energia: É relacionado ao gasto de eletricidade durante a produção, nesse caso um sistema mais automatizado acarreta em um maior consumo e assim um maior custo de produção. Teve grau médio para alto com 18 respostas de nível 3 ou maior.
- Reposição de peças: Remete a facilidade de se substituir uma peça quebrada, por processo de troca e disponibilidade de mercado. Teve grau médio para alto, com 18 respostas valoradas com 3 ou mais , sendo dessas 10 respostas de grau 5.
- Durabilidade do equipamento: É relacionado a vida útil do equipamento. Um equipamento mais durável é algo que acareta ao uso de materiais e equipamentos de maior qualidade. Teve alto grau de importância, com 15 respostas com grau 5 de importância.

Outras perguntas foram realizadas, uma sobre a capacidade de produção do equipamento (em litros efetivos de cerveja) com respostas de 10, 20, 30, 40, 50, 100 ou mais de 100 litros. As opções com mais escolher foram 50L e 100L, com 9 e 5 respostas respectivamente. Outra pergunta foi sobre quanto o público estaria disposto a pagar por um equipamento, com as respostas mais escolhidas sendo de três mil e um reais a quatro mil e quinhentos reais a mais escolhida com 8 respostas.

Um pergunta sobre a importância do preço no equipamento, teve grau de importância médio pra alto com 19 respostas com valor 3 ou mais. Foram feitas ainda algumas perguntas pra conhecimento do público e uma sobre os fatores primordiais para a escolha do equipamento. Nessa questão as qualidades com mais respostas foram: qualidade (16 vezes) e Facilidade de manuseio (12 respostas).

5.6.3 Valorar requisitos dos clientes

O Diagrama de Mudge faz uma comparação entre duas funções a fim de determinar qual delas é mais importante e qual o é o grau de importância em relação a outra. (ROCCO e SILVEIRA, 2008 *apud* POSSAMAI). Com a aplicação é possível dar um valor em porcentagem da importância de cada característica do produto em relação às demais e assim determinar qual é a mais importante.

Com o uso do diagrama de Mudge e tendo por base as respostas do questionário, foi feita uma análise entre as características levantadas e elencadas de A à O anteriormente, para se determinar o grau de importância de cada uma a Figura 13 mostra os valores atribuídos nas comparações de características do produto de acordo com o questionário realizado com clientes e as necessidades normativas para o equipamento.

Figura 13 - Diagrama de Mudge

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Total	%
A/A5	A3	A1	A3	A5	A3	A1	A0	A1	A3	A0	A1	A0	A1	27	10,4%
B	C3	D3	E1	F1	G3	H5	I5	J5	K3	L5	M5	N5	O5	0	0,0%
	C	C1	C3	C3	C3	C1	I3	J3	C1	L5	M3	N3	O3	18	6,9%
		D	D3	D5	D1	H0	I1	J1	D1	L5	M3	N1	O1	13	5,0%
			E	E1	G1	H5	I5	J5	K3	L5	M5	N5	O5	2	0,8%
				F	G3	H3	I3	J3	K1	L5	M3	N3	O3	1	0,4%
					G	H3	I1	J1	K0	L5	M1	N3	O3	7	2,7%
						H	H1	J1	H3	L1	M1	N3	O1	17	6,5%
							I	I0	I3	L3	I1	N1	I1	23	8,8%
								J	J3	L3	J1	N1	J1	24	9,2%
									K	L5	M3	N3	O3	22	8,5%
										L	L3	L3	L3	51	19,6%
											M	N1	M1	25	9,6%
												N	N1	30	11,5%
													O	24	9,2%
														260	

Fonte: Autoria própria (2017).

Com os valores de cada comparação somados, um percentual de importância é obtido pela divisão simples do valor obtido em cada letra pelo valor total das comparações, temos assim as porcentagens e graus de importância apresentados na Figura 14:

Figura 14 – Peso de cada característica

			peso QFD
A	Qualidade do equipamento	10,4%	5
B	Design	0,0%	1
C	Facilidade de manuseio	6,9%	3
D	Automatização	5,0%	3
E	Consumo de energia	0,8%	1
F	Tempo de produção	0,4%	1
G	Dimensões reduzidas	2,7%	2
H	Preço	6,5%	3
I	Controle de temperatura	8,8%	4
J	Bomba de resfriamento	9,2%	4
K	Facilidade de movimentação	8,5%	4
L	Higienização	19,6%	5
M	Reposição de peças	9,6%	4
N	Durabilidade	11,5%	5
O	Capacidade de produção	9,2%	4

Fonte: Autoria própria (2017).

5.7 DEFINIR OS REQUISITOS DO PRODUTO

5.7.1 Converter requisitos dos clientes em características

Traduzindo os requisitos dos clientes em expressões mensuráveis para o produto teremos as seguintes características potenciais:

- Sistema de trabalho em rampa com receitas;
- Potência;
- Volume do equipamento;
- Peso do equipamento
- Temperatura;
- Vazão da bomba;
- Preço;
- Limpeza do layout do equipamento;
- Peças simplificadas;
- Fabricado em aço inox
- Precisão sensor de temperatura;
- Capacidade do equipamento;
- Conhecimento do processo necessário.

5.7.2 Classificar os requisitos do produto

Com o auxílio da matriz QFD e tendo por base os requisitos levantados do produto temos então uma classificação dos produtos conforme a Figura 15 a seguir, onde cada característica recebe um valor em relação a cada requisito do usuário. Esse valor pode ser 0 – sem relação, 1 – relação fraca, 3 – Relação média ou 9 – Relação forte.

Figura 15 – QFD de um equipamento de cerveja

		Características de Qualidade													
		Requisitos do Usuário													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13		
		Pesos	sistema de trabalho em rampa c/ receitas	Potência	volume do equipamento	Peso do equipamento	Precisão do sensor de Temperatura	vazão da bomba	Preço	Limpeza do layout do equipamento	peças simplificadas	Fabricado em aço inox	Capacidade do equipamento	Conhecimento do processo necessário	
1	Questionário feito ao grupo de cervejeiros	Qualidade do equipamento	5	3	1	0	3	1	1	9	3	3	9	0	0
2		Design	1	1	1	3	3	0	0	9	3	1	9	0	1
3		Facilidade de manuseio	3	3	1	1	1	3	3	3	9	9	3	1	9
4		Automação	3	9	9	3	1	9	9	9	3	3	3	3	9
5		Consumo de energia	1	3	9	3	0	3	9	3	1	0	0	9	0
6		Tempo de produção	1	3	3	0	0	1	3	9	1	0	0	3	3
7		Dimensões reduzidas	2	0	9	9	9	0	0	3	3	0	0	9	0
8		Preço	3	9	3	3	1	9	1	0	1	3	0	3	0
9		Controle de temperatura	4	3	3	3	0	9	3	9	1	1	1	9	3
10		bomba de resfriamento	4	3	9	9	1	0	9	3	1	1	1	9	1
11		Facilidade de movimentação	4	0	0	9	9	0	0	0	3	3	1	9	0
12		Higienização	5	0	0	1	0	0	1	1	9	9	9	3	1
13		Reposição de peças	4	0	0	1	1	0	0	3	1	9	3	1	1
14		Durabilidade	5	1	0	0	0	0	0	9	3	3	9	0	0
15		Capacidade de produção	4	1	3	9	3	1	9	9	1	1	1	9	1

Legenda - Pesos	
1	Mínimo
5	Máximo

Legenda - Relação	
0	Sem Relação
1	Fraco
3	Médio
9	Forte

Fonte: Autoria própria (2017)

5.7.3 Especificações metas do produto

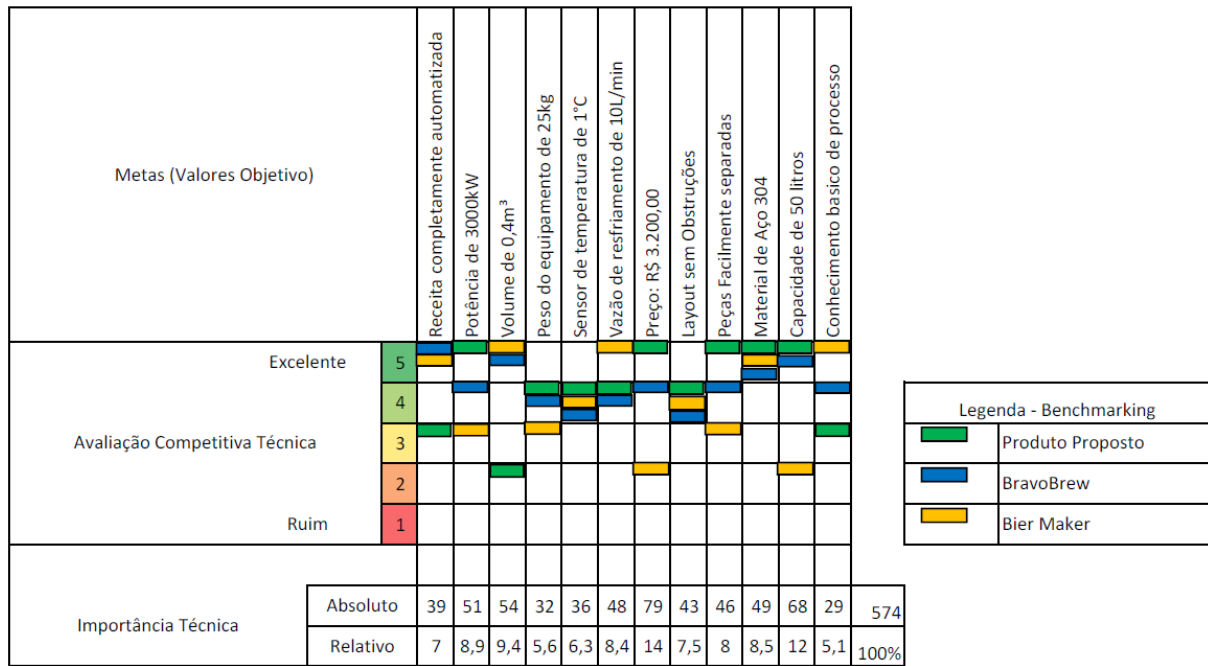
Com base nos requisitos do produto, foram estabelecidas metas para que o produto atenda aos requisitos. Desta forma as metas a serem almejadas são:

- Receita completamente automatizada
- Potência de 3000W
- Volume 0,4m³
- Peso do equipamento 25kg
- Temperatura 0 – 100°C;
- Vazão da bomba de resfriamento;
- Preço: R\$ 3.200,00;
- Layout sem obstruções;
- Peças separáveis facilmente;
- Fabricado em aço inox 304
- Precisão sensor de temperatura 1°C;
- Capacidade do equipamento: 50 Litros;

- Conhecimento básico do processo necessário.

Com as metas estabelecidas realizou-se a comparação entre o produto com os concorrentes BravoBrew Bier Maker. A Figura 16 mostra o resultado dessa comparação.

Figura 16 – Comparativo entre concorrentes



Fonte: Autoria própria (2017)

6 PROJETO CONCEITUAL

6.1 MODELAGEM FUNCIONAL

A modelagem funcional é realizada com base nas especificações meta. Nesse sentido busca-se a função de maior importância no projeto. No equipamento de produção de cerveja a função global do produto é “Produzir cerveja artesanal”

Com a função definida, devem ser definidos os fluxos de entrada e saída.

Assim temos os fluxos de entrada:

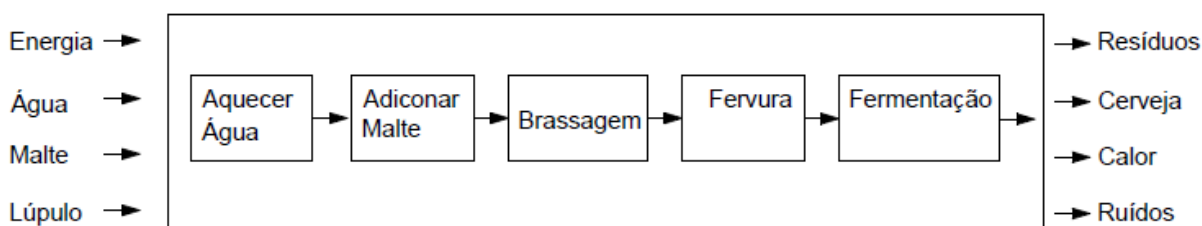
- Energia;
- Água;
- Malte;
- Lúpulo;

E os fluxos de Saída:

- Resíduos;
- Cerveja;
- Calor;
- Ruídos;

Diluindo então nossa função global etapas mais detalhadas temos então o fluxograma representado na Figura 17:

Figura 17 - Modelagem funcional



Fonte: Autoria própria (2017)

6.2 DESENVOLVER PRINCÍPIOS DE SOLUÇÕES PARA AS FUNÇÕES

Cada função do projeto precisa sair de uma função abstrata para se tornar algo concreto, sendo assim é atribuído soluções para cada função, sendo assim precisa-se determinar um efeito físico e um portador de efeito.

No presente projeto, iremos utilizar o método sistemático morfológico, no qual uma pesquisa de diferentes soluções é realizada a fim de se determinar uma

solução final para o problema. Assim as funções e seus meios de soluções serão listadas e as combinações de soluções irão ser exploradas.

6.2.1 Definição dos efeitos físicos

Nessa etapa serão transcritas cada função para que se obtenha um objetivo para as mesmas.

- Converter energia: Faz referência a transformar a energia que entra no equipamento para energia útil aos equipamentos.
- Gerar calor: Transformar energia elétrica em calor, possibilitando as etapas do processo;
- Gerar movimento mecânico: Transformar energia elétrica em movimento, movimentando o líquido para transporte e refrigeração;
- Permitir controle de temperatura: Utilizar equipamentos que possibilite o controle de temperatura durante os processos.
- Acelerar a refrigeração do mosto: Utilizar equipamento que acelere a refrigeração do mosto;

6.2.2 Portadores dos efeitos físicos

Com os efeitos físicos de cada função já determinados é possível, através de pesquisas descrever portadores de efeito para as funções. Dessa forma são encontrados os elementos físicos que realizam as funções almejadas. Assim definimos os portadores de efeitos físicos como:

- Gerar calor: Resistência, Fogareiro a gás;
- Gerar movimento mecânico: Gravidade, bomba d'água;
- Acelerar refrigeração: Serpentina, trocador de calor;
- Controlar temperatura: Controlador de potência, controlador de temperatura;
- Medir temperatura: Digital, analógico;
- Controlar receita: Manual, interface;
- Separar malte: Bazooka, fundo falso;

- Medir temperatura interna: PT100, Sensor NTC;
- Material do equipamento: Inox 304, Plástico;
- Tubulações: PU, inox;
- Válvulas: Elétricas; Simples;
- Tensão: 127V, 220V

6.2.3 Desenvolvimento de alternativas de solução

Com os métodos de solução definidos, passamos a delimitar alternativas de solução para o produto. Para isso uma matriz morfológica é criada com as funções e os princípios de solução possíveis. A Figura 18 mostra a matriz morfológica.

Figura 18 – Matriz Morfológicas

	Função	Soluções Disponíveis	
F1	Gerar calor	Resistência	Fogareiro a gás
F2	Gerar movimento mecânico	Gravidade	Bomba d'agua
F3	Acelerar refrigeração	Serpentina	Trocador de calor
F4	Controlar temperatura interna	Controlador de potência	Termostato
F5	Medir temperatura	Digital	Analógico
F6	Controlar receita	Manual	IHM
F7	Separar malte	Bazooka	Fundo falso
F8	Sensor de temperatura	PT100	Sensor NTC
F9	Material do equipamento	Inox 304	Plástico
F10	Tubulação	Mangueira PU	Inox
F11	Válvulas	Elétrica	Simples
F12	Tensão	127V	220V

Fonte: Autoria própria (2017)

A partir da matriz morfológica criada é possível criar alternativas de solução para o produto. No projeto iremos criar três alternativas de solução tendo como critério uma solução simples, uma completa e uma que atenda aos critérios levantados como mais importantes na pesquisa com o público consumidor.

A Figura 19 mostra as alternativas de solução.

Figura 19 – Matriz Morfológicas com alternativas de solução

	Função	Soluções Disponíveis	
F1	Gerar calor	Resistência	Fogareiro a gás
F2	Gerar movimento mecânico	Gravidade	Bomba d'agua
F3	Acelerar refrigeração	Serpentina	Trocador de calo
F4	Controlar temperatura interna	Controlador de potência	Termostato
F5	Medir temperatura	Digital	Analógico
F6	Controlar receita	Manual	MM
F7	Separar malte	Bazooka	Fundo falso
F8	Sensor de temperatura	PT100	Sensor NTC
F9	Material do equipamento	Inox 304	Plástico
F10	Tubulação	Mangueira PU	Inox
F11	Válvulas	Elétrica	Simples
F12	Tensão	127V	220V

S1 S2 S3

Fonte: Autoria própria (2017)

6.2.4 Definição da arquitetura

A arquitetura do equipamento de produção de cerveja segue uma linha convencional e busca atender as necessidades básicas de seu público alvo. Seguindo a linha dos equipamentos *all grain's* presentes no mercado, com três painéis sendo uma de aquecimento de água, uma para a etapa de brassagem e a terceira para a fervura do mosto. As três painéis se comunicam através de válvulas e tubulações e a panela da brassagem pode fazer a sua própria alimentação. A panela de aquecimento de água tem em sua estrutura uma válvula de liberação do líquido, um tubo de entrada e uma fonte de calor. A panela de brassagem possui um chuveiro em arco uma válvula, uma resistência interna de 5kW e um fundo falso com peneira feito para evitar a passagem do malte pela válvula. A panela de fervura conta com uma tubulação de entrada, uma válvula de saída e uma resistência de 5kW. As painéis de brassagem e fervura contam ainda com um termostato para um melhor controle de temperatura.

Opção 1 (S1): Equipamento de baixo custo com três painéis de aço inox 304 acionado por 3 fogareiros a gás com controlador de potência de chama e

termômetro analógico, as painéis são colocadas com diferença de nível onde o líquido passa de uma panela para outra por gravidade através de uma tubulação feita de mangueira PU. O controle da receita, temperatura e tempo de rampas e processos é feito de forma manual e não vem equipado com nenhum sensor de temperatura. As válvulas de liberação de líquido são todas simples com acionamento manual. Nas painéis de fervura e brassagem a ainda uma bazooka na entrada da válvula para fazer a filtragem do líquido. O resfriamento é feito por uma serpentina acionada por uma bomba d'água conectada a uma rede de 127V.

Opção 2 (S2): O equipamento é composto por três painéis de capacidade de produção de 50L feitas em aço inox 304 que são acionadas por 3 resistências elétricas internas controladas por termostato e com sensores NTC que fazem a leitura digital da temperatura bem como o seu controle. A transferência do líquido é feita através de mangueiras. A liberação do líquido é feita por válvulas de acionamento manual. As painéis de brassagem e fervura são equipadas com fundo falso que é responsável pela filtragem do mosto. O equipamento possui ainda uma bomba que realiza a refrigeração do líquido por meio de uma serpentina. Os acionamentos e equipamentos elétricos são realizados com conexão à rede 127V.

Opção 3 (S3): O equipamento é composto por três painéis de capacidade de produção de 50L feitas em aço inox 304 onde cada panela possui uma resistência elétrica responsável pelo aquecimento do líquido. A água é circulada por uma bomba de acionamento e a refrigeração utiliza-se de um sistema de trocador de calor. Três PT100 são responsáveis pela medição da temperatura interna do mosto que é controlado de forma digital. Uma IHM (interface homem máquina) controla a temperatura, as receitas e tempos de processo de forma programada com auxílio de um software de produção que também é responsável pela abertura das válvulas de circulação de líquido. A transferência do líquido é feita em tubulação atóxica PU. As painéis de brassagem e fervura contam com um sistema de fundo falso que é responsável pela filtragem do mosto. O sistema é alimentado por uma rede de 220V.

6.2.5 Identificação de sistemas subsistemas e componentes

Com uma arquitetura base de cada opção, define-se então os sistemas, subsistemas e componentes de cada uma das opções

6.2.5.1 Opção 1

- S1 – Calor:
 - SS1 – Obtenção:
 - C1 - Fogareiro a gás;
 - C2 - Válvula controladora;
 - C3 - Tubulação;
 - C4 - Fonte de gás GLP;
 - SS2 – Controle do calor:
 - C1 - Potência;
 - C2 - Regulador;
 - SS3 – temperatura;
 - C1 - Analógico;
 - C2 - Visor;
 - C3 - Rosca;
- S2 – Movimentação:
 - C1 – Gravidade;
 - C2 – Tubulação;
- S3 – Refrigeração:
 - C1 – Serpentina;
 - C2 – Bomba d’água;
 - C3 – Tubulação;
 - C4 – Fonte;
- S4 – Receita;
 - C1 – Manual;
- S5 – Malte;
 - C1 – Bazooka;
 - C2 – Peneira;
 - C3 – Rosca;
- S6 – Material;
 - C1 – Inox;
 - C2 – Dobra;
 - C3 – Furação;
- S7 – Tubulação;
 - C1 – Mangueira;

- C2 – Engate;
- C3 – Conexão;
- C4 – Te;
- S8 – Válvulas;
 - C1 – Manual;
 - C2 – Rosca;
 - C3 – Abraçadeira;
- S9 – Tensão;
 - C1 – 127V;
 - C2 – Fonte;

6.2.5.2 Opção 2

- S1 – Calor:
 - SS1 – Obtenção:
 - C1 – Resistência elétrica;
 - C3 – Acionamento;
 - C4 – Rosca;
 - C5 – Vedação;
 - SS2 – Controle do calor:
 - C1 – termostato;
 - C2 – Contator;
 - C3 – Fonte;
 - SS3 – temperatura;
 - C1 – Digital;
 - C2 – Display;
 - C3 – Cabo de alimentação;
 - SS4 – Sensor de temperatura;
 - C1 – NTC;
 - C2 – Interface;
 - C3 – Tubo;
 - C4 – Roscas;
- S2 – Movimentação:
 - C1 – Bomba d'água;

- C2 – Tubulação;
 - C3 – Motor elétrico;
 - C4 – Fonte;
- S3 – Refrigeração:
 - C1 – Serpentina;
 - C2 – Bomba d'água;
 - C3 – Tubulação;
 - C4 – Motor elétrico;
 - C5 – Fonte;
- S4 – Receita;
 - C1 – Manual;
- S5 – Malte;
 - C1 – Fundo falso;
 - C2 – Aço inox;
 - C3 – Peneira;
- S6 – Material;
 - C1 – Inox;
 - C2 – Dobra;
 - C3 – Furação;
- S7 – Tubulação;
 - C1 – Mangueira;
 - C2 – Engate;
 - C3 – Conexão;
 - C4 – Te;
- S8 – Válvulas;
 - C1 – Manual;
 - C2 – Rosca;
 - C3 – Abraçadeira;
- S9 – Tensão;
 - C1 – 127V;
 - C2 – Fonte;

- S1 – Calor:
 - SS1 – Obtenção:
 - C1 – Resistência elétrica;
 - C3 – Acionamento;
 - C4 – Rosca;
 - C5 – Vedação;
 - SS2 – Controle do calor:
 - C1 – termostato;
 - C2 – Contator;
 - C3 – Fonte;
 - SS3 – temperatura;
 - C1 – Digital;
 - C2 – Display;
 - C3 – Cabo de alimentação;
 - SS4 – Sensor de temperatura;
 - C1 – PT100;
 - C2 – Interface;
 - C3 – Roscas;
- S2 – Movimentação:
 - C1 – Bomba d'água;
 - C2 – Tubulação;
 - C3 – Motor elétrico;
 - C4 – Fonte;
- S3 – Refrigeração:
 - C1 – Trocador de calor;
 - C2 – Bomba d'água;
 - C3 – Tubulação;
 - C4 – Motor elétrico;
 - C5 – Fonte;
- S4 – Receita;
 - C1 – Manual;
- S5 – Malte;
 - C1 – Fundo falso;

- C2 – Aço inox;
 - C3 – Peneira;
- S6 – Material;
 - C1 – Inox;
 - C2 – Dobra;
 - C3 – Furação;
- S7 – Tubulação;
 - C1 – Mangueira;
 - C2 – Engate;
 - C3 – Conexão;
 - C4 – Te;
- S8 – Válvulas;
 - C1 – Elétrica;
 - C2 – Solenoide;
 - C3 – Botoeira;
 - C4 – Interface;
 - C5 – Abraçadeira;
- S9 – Tensão;
 - C1 – 220V;
 - C2 – Fonte;

6.3 ANALISAR SISTEMAS, SUBSISTEMAS E COMPONENTES

Cada conjunto tem suas características, que iram determinar questões finais, como praticidade, qualidade e custo.

6.3.1 Identificação e análise de aspectos críticos do produto

O produto tem como objetivo a produção de cerveja artesanal de qualidade. Por isso alguns dos aspectos mais críticos são a qualidade do material e o controle de temperatura.

6.3.1.1 Aspectos críticos da opção 1

A opção um tem como meio de transporte do líquido durante o processo a gravidade, sendo assim, um ponto crítico é a diferença de elevação entre as painéis, para que esforços físicos sejam evitados.

Com um controle de temperatura feito de forma manual e auxiliado por termômetro analógico, um ponto crítico torna-se a regulação da potência de chama que deve estar em alcance rápido e de fácil manuseio

6.3.1.2 Aspectos críticos da opção 2

Com o transporte e a refrigeração sendo realizados por bombas e tubulações o layout das mangueiras pode ser um ponto crítico. É necessário ter uma área de trabalho limpa e evitar que tubulações se dobrem ou mesmo se entrelacem.

Um controle de sensor por termostato também demanda uma necessidade de conhecimento de interface, sendo assim, um ponto crítico torna-se a facilidade de interação com o termostato.

6.3.1.3 Aspectos críticos da opção 3

A opção três trabalha com uma interface homem máquina, que necessita de um display limpo e de fácil entendimento. Trabalhando com medidor de temperatura digital e resistências internas, a vedação da panela se torna um ponto crítico que merece muita atenção para não comprometer o equipamento.

Com válvulas elétricas todo o sistema trabalha de forma automatizada o que facilita a produção de cervejas. Contudo o custo final do produto, irá aumentar consideravelmente em relação aos demais.

6.3.2 Definir parâmetros principais

Como requisitado na pesquisa com o grupo de cervejeiros temos alguns parâmetros que serão usados para todas as opções, tais como: Material em aço inox, capacidade de produção de 50L,

6.3.2.1 Parâmetros principais da opção 1

O equipamento utilizará fogareiro a gás com diâmetro de 15 cm e válvula reguladora manual. As painéis de aquecimento e brassagem terão capacidade de

70L e a de fervura 95L para evitar vazamento de mosto. A bazooka terá 30cm de comprimento e uma polegada de diâmetro. O desnível entre painéis será de 50cm garantido o transporte por gravidade. Com o mínimo de automatização, o sistema tem como objetivo principal realizar o processo de fabricação de cerveja artesanal a um custo baixo.

6.3.2.2 Parâmetros principais da opção 2

O equipamento utilizará resistências de 5kW em suas painéis de brassagem e fervura e uma resistência de 2,5kW na painel de aquecimento de água. A transferência de água será feita por uma bomba simples de 12V e capacidade de transportar 200L/H, mesma capacidade da bomba de resfriamento. As painéis terão capacidade de: 70 litros na brassagem e aquecimento e 95 litros na fervura. O fundo falso terá uma dobradiça a fim de passar pelo sensor de temperatura. O equipamento visa o equilíbrio entre custo e controle de temperatura e processo.

6.3.2.3 Parâmetros principais da opção 3

O equipamento utilizará placa de arduino com software instalado em uma IHM para controle maior do processo. A painel de fervura será de 95L e as de brassagem e aquecimento de 70 litros. O aquecimento do líquido será feito por 3 resistências de 5kW e a circulação e refrigeração serão realizadas por bomba d'água com capacidade de 600 litros por hora.

O processo possui sistemas de alto grau de automatização elevando o custo do equipamento.

6.4 DEFINIR ERGONOMIA E ESTÉTICA DO PRODUTO

A ergonomia e a estética do produto precisam ser definidos e atender o que se pede nas legislações vigentes e também atender as necessidades impostas na pesquisa com o grupo de cervejeiros.

6.4.1 Ergonomia

Segundo NR-17 item 17.2.2, não se permite o transporte manual de cargas quando o peso esteja suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança.

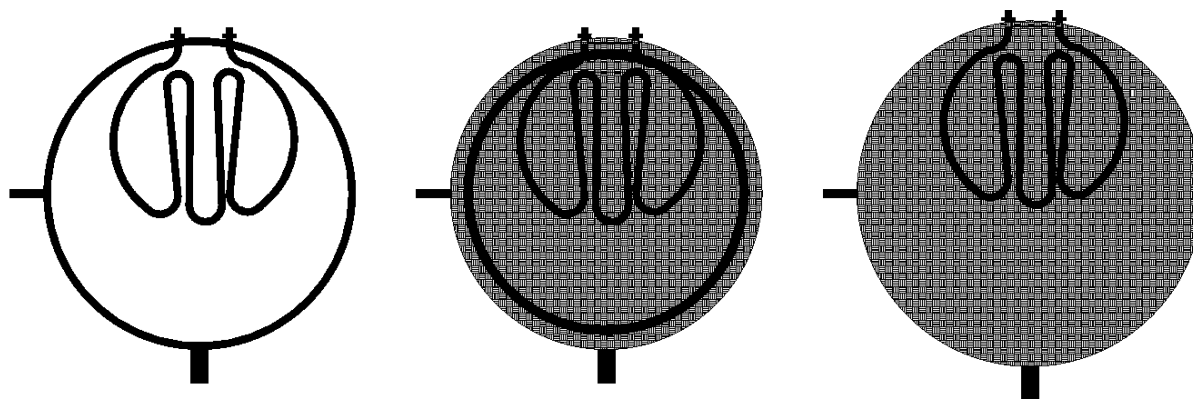
Tendo então por vista o peso que uma panela cheia de líquido pensando acima de 50kg não poderá ser carregada pelo seu usuário. Com esse pensamento é preciso então colocar o sistema em um nível de altura adequado, para que a água possa ser adicionada sem a necessidade de deslocamento de cargas, estando a mesma também a uma altura em que se permita a visualização da parte superior sem comprometer a segurança de quem a estiver operando.

Partes cortantes não poderão estar aparentes. Sendo assim, as panelas seguem os modelos de caldeirões existentes que possuem bordas e os fundos falsos e bazooka deveram estar adequados a esse detalhe.

6.4.2 Estética

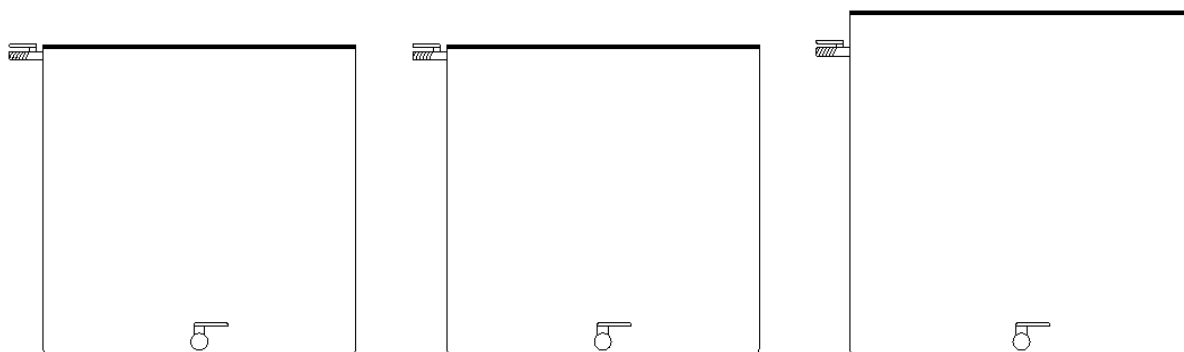
O design não foi considerado por nenhum dos entrevistados como um item de extrema importância, sendo considerado por muitos com o grau de menor importância. Assim a estética do produto visa mais um visual limpo, que facilite a visualização e a higiene do que uma beleza estética propriamente dita. As Figuras 20 e 21 mostram esboços iniciais superior e frontal da panela de aquecimento, brassagem e fervura.

Figura 20 – Esboço das panelas em vista superior



Fonte: Autoria própria (2017)

Figura 21 - Esboço das painéis em vista frontal



Fonte: Autoria própria (2017)

6.5 DEFINIR FORNECEDORES E PARCERIAS DE CO-DESENVOLVIMENTO

Escolher fornecedores e parcerias influencia diretamente na produção e custos do equipamento. A panela por exemplo demanda de processo de estampagem para fabricação, tal processo tem custo inicial elevado. Um parceiro que disponibilize a panela a um preço adequado pode compensar para a produção em baixa escala além de facilitar a garantia do produto final.

Levando em consideração as opções, grande parte dos fornecedores e parceiros será utilizado para todas. Levando em consideração os mesmos temos então:

Fornecedores:

- Fornecedor de resistência;
- Fornecedor de painelas;
- Fornecedor de bomba d'água;
- Fornecedor de mangueiras atóxicas;
- Fornecedor de termostato;
- Fornecedor de produtos tipo C (conexões, roscas, porcas, e componentes de baixo valor agregado);
- Fornecedor de chapas;
- Fornecedor de peneiras;
- Fornecedor de tubulação;
- Fornecedor de Válvulas;
- Fornecedor de cabos e contatores;

Parceiro:

- Parceiro de Automatização;

6.5 DEFINIR CONCEPÇÃO DO PRODUTO

A seleção da opção que melhor atende as necessidades dos clientes dos produtos será utilizada uma matriz de decisão com itens em análise e um peso para cada um deles. A Figura 22 mostra o resultado da matriz decisão que tomou como referência a opção dois. Os critérios utilizados serão:

Critério 1 – Controle de temperatura;

Critério 2 – Preço;

Critério 3 – Qualidade do equipamento;

Critério 4 – Transporte de líquido;

Critério 5 – Facilidade de manuseio;

Critério 6 – Higienização;

Critério 7 – Refrigeração;

Figura 22 – Matriz de decisão

Matriz de decisão				
Critério	Peso	Opção 1	Opção 2	Opção 3
1	5	-1	0	0
2	5	1	0	-1
3	4	-1	0	0
4	4	-1	0	0
5	3	-1	0	-1
6	4	0	0	0
7	4	0	0	1
Pontuação Total:		-11	0	-4

Fonte: Autoria própria (2017)

Com esse método podemos confirmar que a opção de referência atenderá melhor os critérios de avaliação.

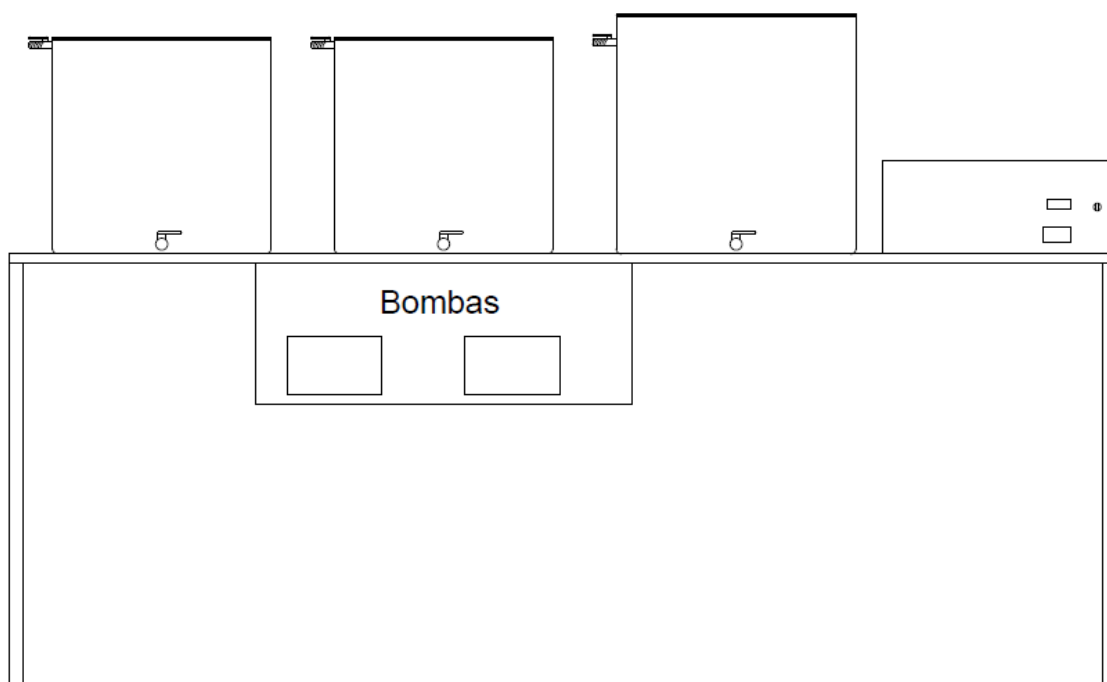
Em relação a opção 1 a opção selecionada tem como vantagens o controle de temperatura mais eficiente, o transporte de líquido feito por bomba d'água o que proporciona maior conforto e a facilidade de manuseio, que tiveram juntas uma importância maior que a desvantagem de custo.

Comparada a opção 3, temos um equipamento que entrega todas as necessidades principais do equipamento segundo a pesquisa realizada, com um custo bem inferior. Perde em alguns pontos de automatização, mas tem vantagem por ter um custo x benefício melhor.

7 DEFINIÇÃO DO PROTÓTIPO

Com a opção selecionada, inicia-se então a escolha de materiais e equipamentos que irão compor o protótipo final. A Figura 23 mostra um esboço do protótipo em bancada.

Figura 23 – Matriz de decisão



Fonte: Autoria própria (2017)

7.1 PANELAS

Panelas de aço inox 304 tem sua aplicação em utensílios domésticos, bem como processos que envolvem a produção de cerveja como, por exemplo, depósitos e fermentação de cerveja. Também são usados em válvulas e tubulações. Fazem parte da família de aços austeníticos e possuem boas propriedades mecânicas, boa soldabilidade e resistência a corrosão (Kloeckner Metals, 2011). Sendo esse um material de relativa facilidade de obtenção, com aplicação na área e aprovação das normas de equipamentos alimentícios, este foi o material utilizado na produção das panelas.

O protótipo foi feito através da aquisição e adaptação de três panelas estilo caldeirão sendo que a brassagem e o aquecimento usaram panelas com capacidade de 70 litros e a fervura terá uma capacidade de 95 litros para assim evitar o fenômeno

chamado de *boil over*, que acontece quando a alta temperatura faz com que o mosto espume e transborde pela panela. Nelas serão realizadas as adaptações para cada equipamento. As panelas também possuirão um poço de temperatura para o sensor, com haste de 100 mm internamente na panela, tem vedação interna e abertura externa para encaixe do sensor de medição de temperatura. As panelas recebem as furações e válvulas instaladas de acordo com suas necessidades de transporte de líquido.

7.1.1 Panela de aquecimento da água

A panela de aquecimento de água tem uma resistência interna que possui rosca tamanho $\frac{1}{4}$ em sua saída. Um conjunto de porca e arruela é usado para fixação e vedação da mesma na lateral da panela. Uma saída para válvula de liberação da água será instalada no fundo da panela com sistema de roscas para a vedação assim a água poderá ser transportada com auxílio de uma bomba d'água para a panela de brassagem. Como trata-se da panela que aquece a água a mesma não possuirá nenhum filtro.

7.1.2 Panela de Brassagem

A panela de brassagem é a panela que necessita de maiores adaptações. Para se adequar à etapa de clarificação (recirculação), a panela possui um anel de tubulação $\frac{1}{2}$ " com raio de 210 mm com pequenas furações com broca de 2 mm espalhadas por sua extremidade inferior que serão responsáveis por recolocar a água na panela de forma suave e direcionada de forma mais homogênea na superfície do mosto para que não ocorra uma perfuração na malha filtrante de bagaço. Contará com um fundo falso responsável pela filtragem do mosto. Uma saída para válvula de liberação do mosto será instalada no fundo da panela com sistema de roscas para a vedação essa saída será usada como caminho do mosto para recirculação ou para chegar a panela de fervura.

7.1.3 Panela de Fervura

A panela de fervura tem apenas uma tubulação de $\frac{1}{2}$ " rosqueada na sua parte superior que servirá para, uma saída com válvula na parte inferior como as panelas de aquecimento e brassagem e também um fundo falso.

7.1.4 Fundo falso

Um fundo falso com peneira de aço de espaçamento 3 mm e 50 mm de altura será fabricado e posicionada nas painelas nos momentos de produção, para que realize a filtragem do líquido na retirada do mosto. O fundo falso será feito em aço inox com espessura de 2 mm e terá diâmetro igual ao diâmetro interno das painelas. Uma dobradiça será colocada a 80 mm do centro do fundo falso cortando uma de suas laterais para que o mesmo passe pelo suporte do sensor e volte a posição de origem.

7.2 GERAÇÃO DE CALOR

A resistência elétrica para aquecimento utiliza energia elétrica, que será convertida em energia térmica, desta forma, aquecendo os materiais que estão em contato com ela. A utilização de resistência elétrica é uma medida muito mais confiável para fornecimento de calor, isso porque, através do controle de tensão aplicado a ela, é possível controlar a quantidade de calor liberador por este componente (TECNOLANDIA, 2017).

Como se trata de um projeto que visa um controle maior de temperatura, o método de geração escolhido tem resistência elétrica interna. Esse método foi selecionado, pois comparado ao sistema de aquecimento a gás possui um controle mais preciso de temperatura e quando considerada a relação de resistência interna ou externa, a interna tem uma perda de carga menor devido a temperatura externa, diminuindo a queda de temperatura entre o acionamento da resistência e a entrega efetiva de calor ao sistema, tornando assim o controle de temperatura mais preciso.

O projeto contempla três resistências elétricas internas presas ao fundo das painelas. A painela de aquecimento, não demanda de um aquecimento rápido, tão pouco de temperaturas muito extremas. Durante o processo é comum o aquecimento do total de água em partes e repassar para a painela de brassagem, sendo assim, nessa painela será utilizada uma resistência elétrica de 3KW. Para as painelas de brassagem e fervura iremos utilizar resistências mais robustas, de 5KW.

7.3 BOMBAS D'ÁGUA

Hoje em dia o custo de uma bomba d'água de pequeno porte é extremamente baixo. Assim uma bomba simples pode facilitar situações de transporte

de água, mosto e até mesmo de refrigeração. No projeto foram usadas duas bombas de 34W para realizar esses processos. As eletrobombas emicol EBE 02 com conector rast 5 são feitas em termoplástico atóxico. A bomba não tem poder de sucção sendo assim deve-se coloca-la a baixo do nível da água para que a mesma desça até a bomba por gravidade. Com tensão de 127V pode atingir vazões de até 25L/min de acordo com a altura de elevação (EMICOL, 2017). Trata-se de uma bomba de uso comum em eletrodomésticos o que facilita eventuais necessidades de troca ou reparos. Uma auxiliará o sistema de refrigeração do mosto antes da fermentação e a segunda realizará o transporte de líquido que sai da panela de brassagem.

7.4 CONTROLE DE TEMPERATURA

O controlador automático é um sistema de manutenção de um determinado valor de uma variável que se deseja manter em uma condição específica. Ele realiza o controle através de medidas do valor da variável, utilização de desvio, comparação com o valor de desejo e com aplicação de um sinal de correção ao sistema.

A chave de operação não manual, eletromagnética conhecida como contator é um elemento de um comando eletromecânico que permite o controle de altas correntes por um circuito de baixa corrente. O contator é composto por bobina, núcleo de ferro, mola e contato. (FRANCHI, 2011)

MT519Ri é um controlador digital de temperatura de dois estágios independentes, que podem atuar em ambientes independentes e também trabalhar como timer cíclicos (FULL GAUGE, 2017)

O aquecimento do equipamento então será realizado com um controlador de temperatura que é acionado por um sensor SB59, que o sensor que acompanha o controlador, tem cabo de silicone e é revestido por uma capa de aço inoxidável, podendo operar em temperaturas de – 50 °C até temperaturas de 200 °C. O sensor estará posicionado em um suporte interno de cada panela esse suporte, feito de aço inox será envolvido pelo líquido e assim gradativamente chegara a sua temperatura com uma haste de 100 mm o sensor consegue chegar ao meio do mosto e sofrer menos interferência da temperatura externa.

A panela de aquecimento, por demandar de menor eficiência no controle, utilizará um termostato simples W1209 que é também usado em chocadeiras, uma resistência de 2,5kW e um contator de 25A.

As painelas de fervura e de brassagem usarão um controlador Full Gauge 519Ri que possui dois sensores e duas saídas para resistências de aquecimento que podem ser atreladas a ciclos de tempos e funcionam um por vez, cada saída ainda passará por um contator de 45A antes de se conectar a uma resistência de 5kW.

7.5 REFRIGERAÇÃO

Quando se trata de refrigeração do mosto fervido, a sua realização em tempo curto evita a contaminação do mosto bem como auxilia na redução do tempo de produção. Sendo assim um sistema de refrigeração com *chiller* que circula água em baixas temperaturas com o auxílio de uma das bombas d'águas irá possibilitar essa redução com um custo relativamente baixo. Uma situação mais eficiente seria a utilização de trocador de calor, porém o mesmo implica em um custo muito alto que compromete uma parcela muito grande do valor total do equipamento.

Para a operação do sistema a Bomba emicol EBE 02 será posicionada em um nível abaixo da panela usada no aquecimento. Com a panela de aquecimento já resfriada, coloca-se água na mesma e a quantidade de água ideal. Engata-se a mangueira de entrada da bomba na saída na panela de aquecimento de água e a mangueira de saída da bomba é engatada na entrada do chiller e a saída do mesmo é levada até a panela de aquecimento por uma outra mangueira. O chiller é então colocado na panela de fervura e a bomba é acionada, transportando assim água gelada pelo chiller e acelerando o processo de resfriamento do líquido final.

7.6 TRANSPORTE DE LÍQUIDO

O transporte de líquido pode ser feito por bombas d'água ou por gravidade. Quando feito por gravidade, deverá haver uma diferença de no mínimo 920 mm entre a boca da panela de fervura e de aquecimento, com a panela de brassagem na metade desse desnível. Para que a panela de fervura libere de forma direta para o fermentador a mesma deve estar ainda a uma altura de, ao menos 900 mm do chão, somando-se isso aos 510 mm de altura da mesma e aos 920 mm de diferença entre

as painelas, a painela de aquecimento estará a uma altura de 2330 mm impossibilitando a sua visualização, a painela de brassagem também estará em uma altura relativamente grande. Além disso processos de recirculação necessitariam de um esforço manual, tal esforço pode ser demasiadamente grande, quando considerado que o equipamento com capacidade de produção de 50 litros trará um volume grande de mosto para recircular.

O transporte por bomba d'água se faz pelo acionamento da mesma e a liberação de válvulas. Com esse processo é possível colocar todas as painelas em uma mesma altura que pode possibilita a visualização de todas as etapas de produção e elimina a necessidade de movimentação de painelas com produto durante o processo.

O transporte de líquido deve atender a normas de sanitização, sendo assim todo o transporte será realizado por mangueiras atóxicas. A tubulação que entra na painela de brassagem vem por duas vias. A primeira vem da painela de aquecimento de água e a segunda é a proveniente da própria painela e vem durante o processo de clarificação da água. Assim na entrada da painela é instalado um Te que faz a alimentação das duas mangueiras e tem em sua ponta uma válvula de abertura para cada uma das entradas. Uma outra mangueira então irá realizar o transporte do líquido da painela de brassagem para a painela de fervura. As mangueiras serão fixadas com o auxílio de abraçadeiras de inox para garantir a vedação da tubulação e evitar vazamentos e contaminações.

7.7 VÁLVULAS

As válvulas de acionamento de transporte do líquido serão de aço inox para adequar as necessidades sanitárias das legislações vigentes.

No projeto tem-se uma válvula na painela de fervura e uma válvula na painela de aquecimento que são utilizadas para liberar a saída do líquido. A painela de brassagem terá quatro válvulas sendo uma para entrada da água da painela de aquecimento, duas que servem para a circulação da água no método de clarificação e uma para a saída do líquido para a painela de fervura.

7.8 EQUIPAMENTOS ADICIONAIS

Em adição aos equipamentos principais da produção de cerveja, alguns itens de menor custo também são necessários para o funcionamento do produto. Sendo assim o equipamento contemplaria, como adicional uma balança digital para pesagem do lúpulo, uma pipeta graduada e um densímetro para o controle de densidade que é responsável pelo teor alcoólico e consecutivamente, o aroma final da cerveja, hop back, uma colher para mistura do mosto.

7.8.1 Fermentador

O fermentador é o recipiente responsável pela fermentação da cerveja. Nele o líquido fica armazenado por até 15 dias, sendo assim o mesmo deve ser construído em aço inox 304. Construtivamente o fermentador deve ter um fundo cônico, para que possa ser realizado a purga do mesmo. Tratando-se de um equipamento de alto custo e de venda avulsa em diversas lojas o equipamento será terceirizado e não acarretará custos de produção, apenas repasse.

8 PROTÓTIPO FABRICADO

Com base nos conhecimentos de processo adquirido e do protótipo criado, uma fabricação de produto foi realizada com adaptações, feitas para viabilizar o projeto. O capítulo atual explica como foi fabricado o protótipo. O protótipo foi subdividido em quatro etapas: adaptação das painéis, fabricação dos fundos falsos, Automação e adaptação das bombas de circulação. Ao final todo o sistema foi agrupado e testes de vedação foram realizados.

8.1 MATERIAIS

Para a fabricação do equipamento foram utilizados uma série de equipamentos, a lista base para tal foi:

- Duas painéis de 70 litros;
- Uma painela de 94 litros para a fervura;
- Três poços de temperatura;
- Um controlador *Full Gauge* Mt519iR com sensores;
- Um controlador W1209 com sensor;
- Dois contatores 32A;
- Um contator de 18A;
- Duas resistências de 5KW;
- Uma resistência de 3KW;
- 5 Válvulas de abertura;
- Mangueira atóxica de ½”;
- 14m de cabo 10mm para as ligações entre contatores e dos mesmo com as resistências;
- Cabo 6mm para o acionamento dos contatores
- Cabo 1.5mm para as tomadas das bombas e do controlador *Full Gauge* Mt519iR;
- Cabo 2.5mm para os comandos de acionamento entre controlador e contator;
- 4 *plugs* macho;
- Uma fonte 12V para o controlador W1209;
- Uma chapa de aço inox de 600x1200mm;

- Um tubo de ½" de 1.5m;
- Peneira de 2mm em aço inox 304 de tamanho 500x1000mm;
- 8 espigões de ½";
- *Chiller* de alumínio;
- *Nipples* de aço inox 304;
- Abraçadeiras;
- Anéis de vedação;
- Insumos e consumíveis;

8.2 PANELAS

Para o equipamento foram adquiridas três painéis em dois tamanhos citados previamente. Com as painéis e o auxílio de colaboradores foram realizadas as marcações de ponto de furos e realizados os furos conforme está apresentado nas Figuras 24 e 25 respectivamente. As marcações foram feitas com auxílio de trena e fita. Já a furação foi realizada na empresa Torno Ricci utilizando a furadeira de bancada, sendo que, todos os furos foram feitos a menos de 60 mm do fundo da painél para facilitar a utilização do fundo falso.

Figura 24 – Marcação de painéis



Fonte: Autoria própria (2017)

Figura 25 - Furação de Painelas



Fonte: Autoria própria (2017)

Com as painelas furadas, foram usinadas pequenas peças para encaixe das válvulas esferas de liberação do líquido e instaladas as mesmas, juntamente com os poços de temperatura e as resistências.

Para finalizar as adequações nas painelas o tubo de 1/2" foi calandrado na empresa Carbraz. As Figuras 26 e 27 mostram a evolução da calandra do tubo. O tubo foi projetado para ter 420 mm de diâmetro externo.

Figura 26 - Tubo no início da calandragem



Fonte: Aatoria própria (2017)

Figura 27 – Tubo Calandrado



Fonte: Aatoria própria (2017)

Os resultados das adaptações nas painelas podem ser observados nas Figuras 28, 29, 30 e 31.

Figura 28 – Painela de aquecimento de água



Fonte: Aatoria própria (2017)

Figura 29 – Painela de brassagem



Fonte: Aatoria própria (2017)

Figura 30 – Painela de fervura



Fonte: Autoria própria (2017)

Figura 31 – Panela de fervura com fundo falso



Fonte: Autoria própria (2017)

8.3 FUNDO FALSO

Um fundo falso pronto no mercado pode chegar a valores de até 300 reais. Com uma chapa cedida à fabricação do fundo falso se torna vantajosa financeiramente, sendo assim, foi adquirido uma peneira de 500x1000 mm na empresa Leofer e na mesma empresa realizado o corte da chapa e da peneira através do processo de jato d'água de alta pressão. A Figura 32 mostra a peneira e a chapa, nota-se que a chapa possuía uma envergadura que necessitou de calandra antes do processo de corte.

Figura 32 – Peneira e Chapa

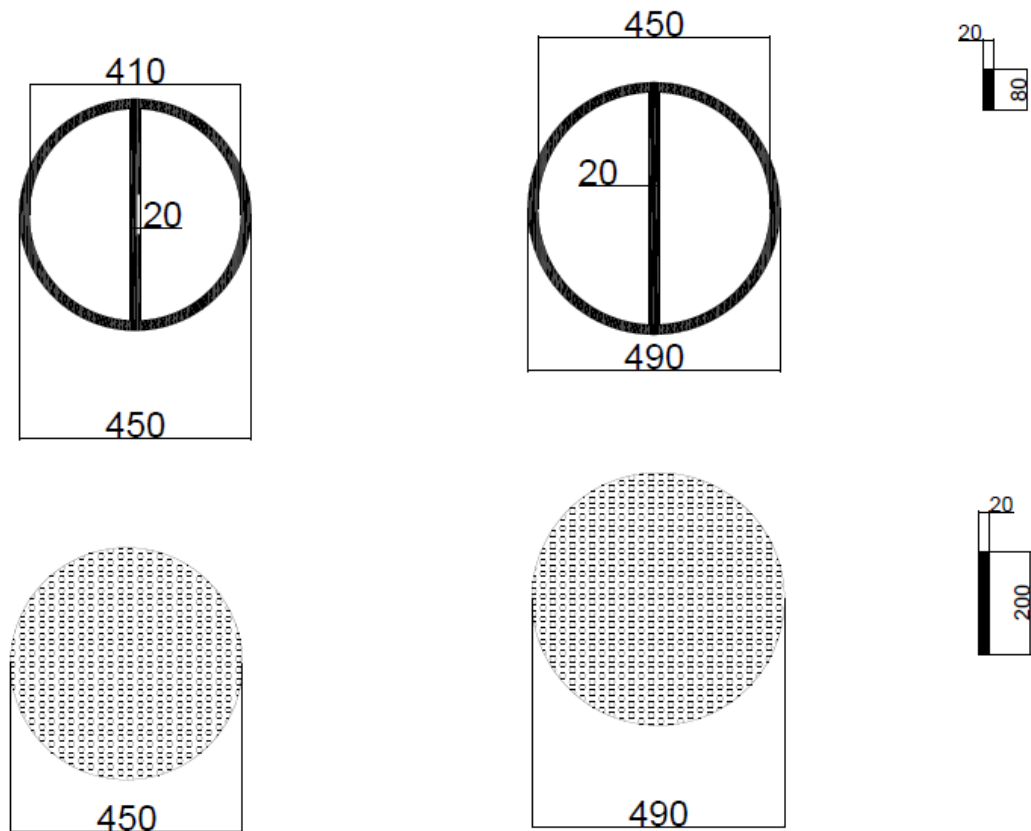


Fonte: Aatoria própria (2017)

Um desenho do corte a ser realizado nas chapas foi feito e enviado para a empresa responsável pelo corte que executou o trabalho, com os retalhos

provenientes do corte da chapa foram cortadas 8 chapas de 20 mmx80 mm para os pés do fundo falso e 2 chapas de 200x20 mm para as alças. O desenho das chapas e dos arcos de cada fundo falso e peneira estão na Figura 33. Como o trabalho foi realizado com o acompanhamento em tempo integral, não foi necessário a realização de um desenho técnico.

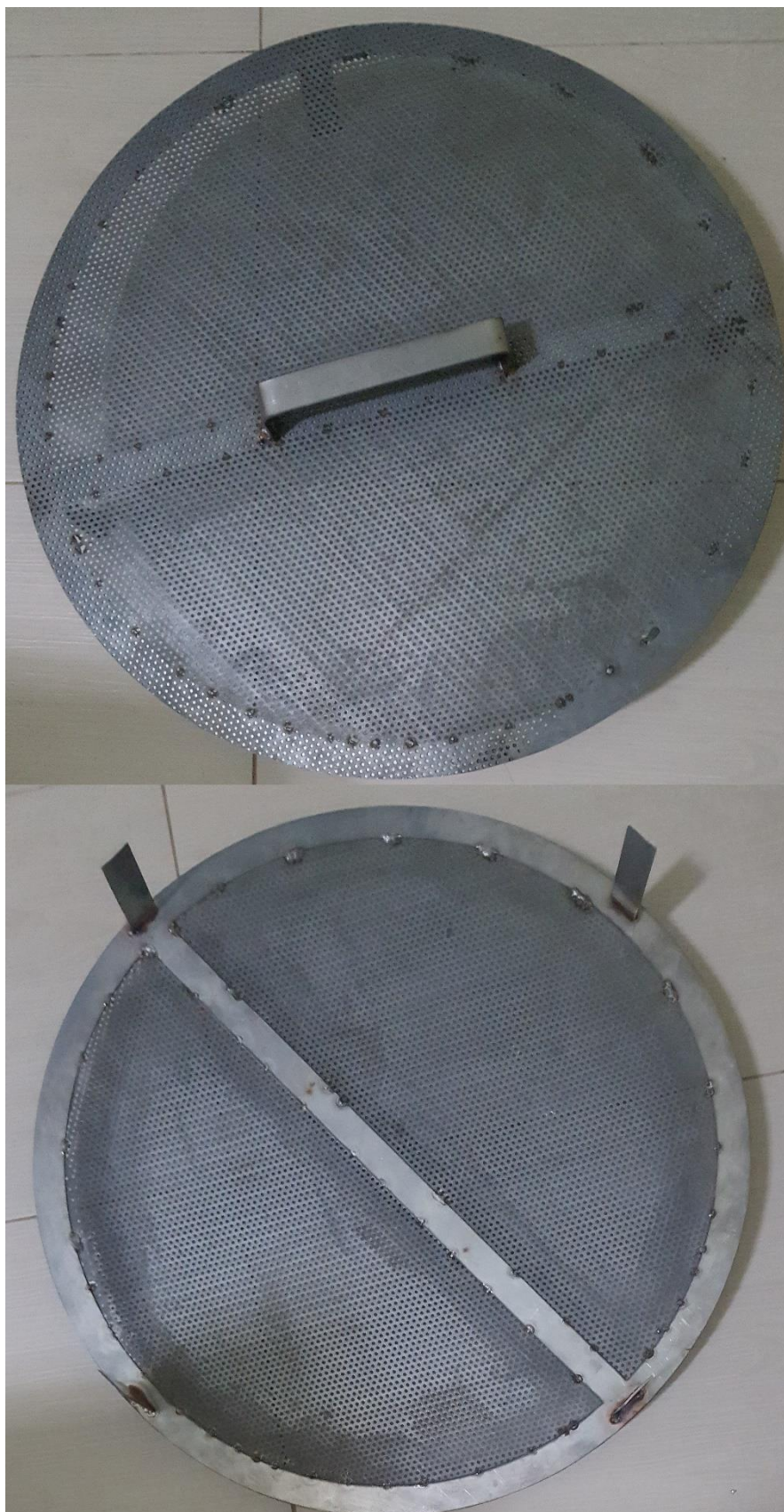
Figura 33 – Esboço para cortes



Fonte: Autoria própria (2017)

Com as chapas cortadas, com um equipamento de solda mig a soldagem da peneira e dos pés e alças foram feitas nas estruturas de cada um dos fundos falsos. A Figura 34 mostra a visão superior e inferior do fundo falso.

Figura 34 – Fundo falso



Fonte: Aatoria própria (2017)

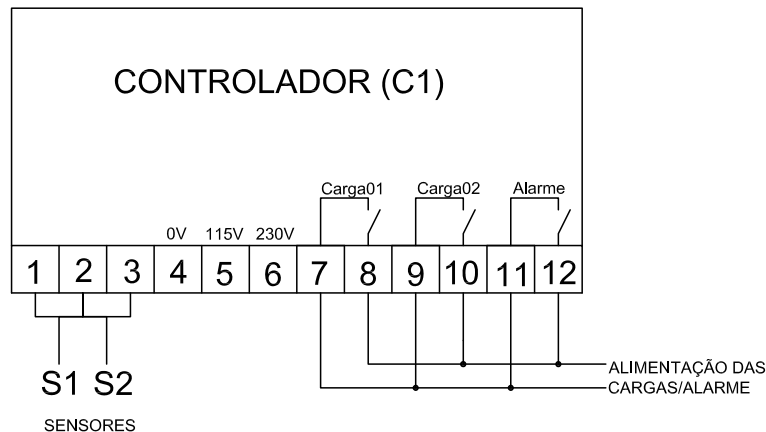
8.4 AUTOMAÇÃO E CONTROLE DO SISTEMA DE TEMPERATURA

Para realizar o controle de temperatura, foram utilizados contatores que realizarão o acionamento das resistências. O acionamento dos contatores é realizado através de um controlador de temperatura MT-519Ri e outro controlador W1209.

8.4.1 Controle da temperatura

O controle da temperatura das duas resistências com maior potência é realizado através de um controlador MT-519Ri, o controlador possui 12 pinos de funcionamento, nestes pinos, realiza-se a alimentação do controlador, que pode ser 115V ou 230V. O controlador possui entrada para dois sensores, sendo assim, é possível controlar a temperatura de dois fluidos diferentes no mesmo controlador. O esquema de ligação do controlador pode ser observado na Figura 35 (CONTROLS, 2006):

Figura 35 – Esquema de ligação do controlador



Fonte: Autoria própria (2017)

Como pode ser observado na Figura 35, os pinos 7, 8, 9 e 10 são responsáveis pelo acionamento das cargas, ou seja, esses pinos irão fazer o controle de acionamento das resistências ligadas a eles, para então controlar a temperatura dos respectivos fluidos.

O acionamento das resistências é realizado através do fechamento dos contatores que acionam essas resistências. O fechamento dos contatos do contator acontecem quando a bobina magnética do contator é energizada, ou seja, quando

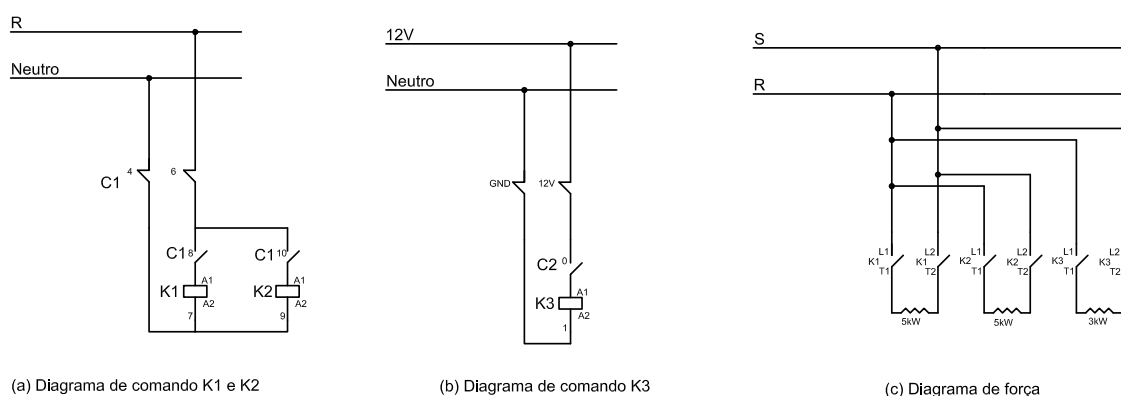
controlador fecha os contatos entre os pinos de alimentação das cargas (CUNHA, 2009).

O contator K3, que faz o acionamento da resistência de menor potência, ou seja, 3kW, é acionado através de um contator W1209. O funcionamento básico deste controlador é o mesmo que do MT-519Ri, porém, com menos funções de ajustes.

8.4.2 Automação do sistema

A automação do sistema de controle de temperatura será realizada através do controlador com o auxílio dos contatores para acionamento das resistências. O esquema elétrico de comando e força podem ser observados nas Figuras 36(a), 36(b) e 36(c):

Figura 36 – Esquema elétrico de comando e força



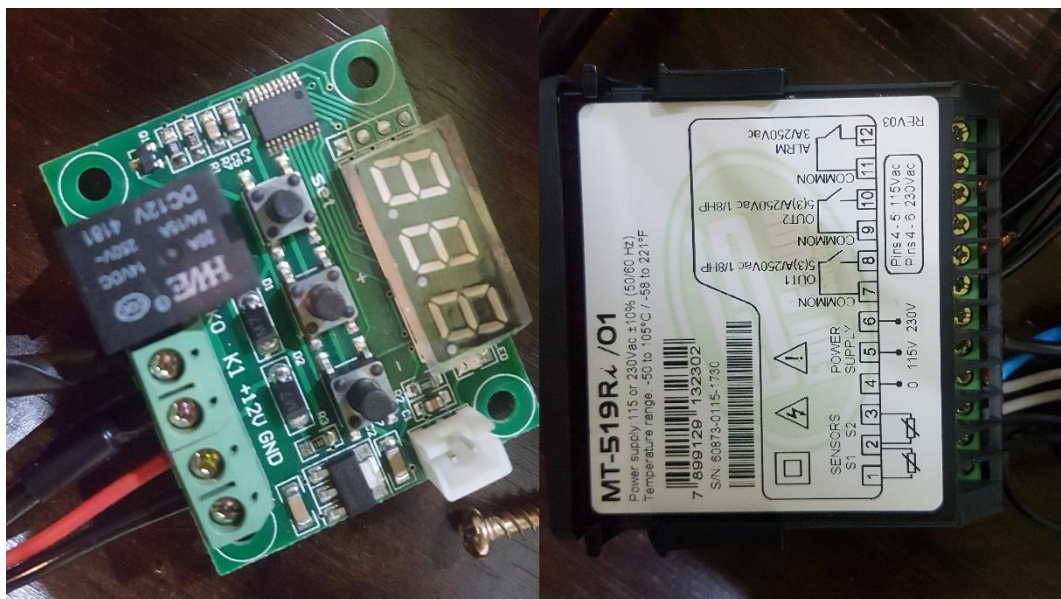
Fonte: Autoria própria (2017)

Como pode ser observado na Figura 36(a), quando o controlador determina que uma das resistências deve ser acionada (ou as duas), fecha-se os contatos entre os pinos 7 e 8 e/ ou 9 e 10. Quando ocorre o fechamento dos contatos, a bobina referente ao contator a ser acionado é alimentada, fechando os contatos do contator e alimentando a resistência, que é apresentada na Figura 36(c). O acionamento do contator K3 acontece da mesma forma, porém, é dado por um segundo controlador C2, como pode ser visualizado na Figura 36(b). No momento em que a temperatura desejada for atingida e o controlador desejar interromper o funcionamento da resistência, abre-se novamente os contatos entre os pinos do controlador,

desenergizando a bobina do contator, causando a abertura dos contatos e interrompendo o fornecimento de corrente para a resistência.

Com base no esquema de automação montado acima, e com o auxílio de uma engenheira eletricista em formação, o sistema de automação foi montado, respeitando as ligações propostas no diagrama acima. A Figura 37 mostra as ligações nos controladores e a Figura 38 a ligação dos contatores e dos plugs.

Figura 37 – Ligações dos controladores



Fonte: Autoria própria (2017)

Figura 38 – Contatores e plugs

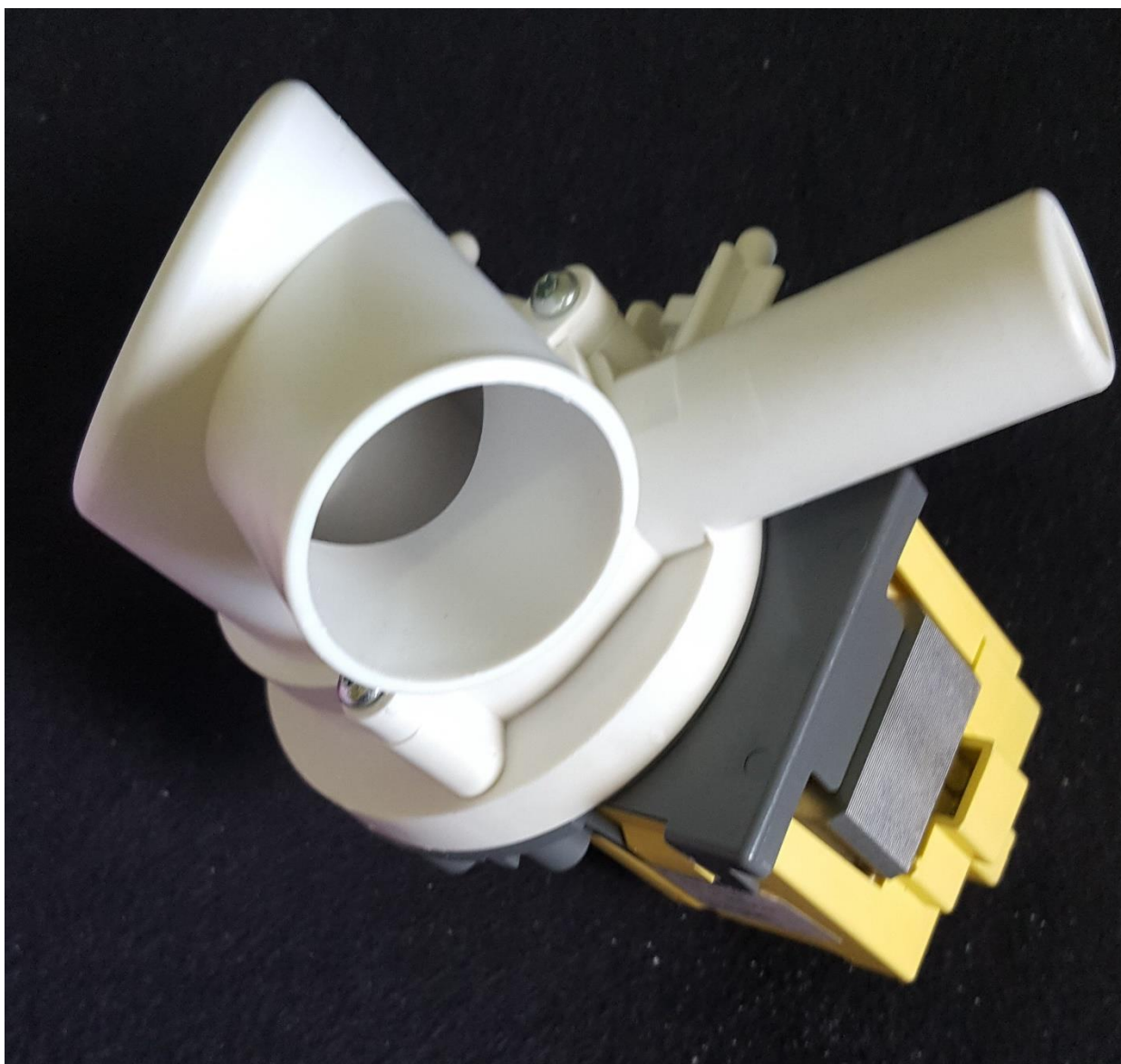


Fonte: Autoria própria (2017)

8.5 BOMBAS D'ÁGUA

Para a circulação de água foram adaptadas duas bombas d'água de 34W cada uma para uma finalidade. A de circulação de mosto foi adaptada para receber dois Te's de 1/2" e que serão utilizados para receber duas válvulas globo e dois espigões de 1/2". A segunda bomba será responsável pela refrigeração do mosto sendo assim sua entrada será feita para adaptar-se a um espigão e a saída adaptada para conectar-se ao chiller. As Figuras 39 e 40 mostram a bomba d'água antes e depois do processo de adaptação.

Figura 39 – Bomba na forma inicial



Fonte: Autoria própria (2017)

Figura 40 – Bombas adaptadas



Fonte: Autoria própria (2017)

8.6 TESTE DE VEDAÇÃO

Com o equipamento montado, fez-se um teste de vedação e aquecimento. Algumas alterações foram necessárias, nas resistências foram colocados dois anéis de vedação e os encaixes por roscas precisaram da utilização de veda rosca. (Figura 41 e 42)

Figura 41 – Vedação de painelas



Fonte: Aatoria própria (2017)

Figura 42 – Vedação nas resistências



Fonte: Aatoria própria (2017)

9 CONCLUSÃO

Um estudo de equipamentos de produção de cerveja foi realizado com base em dados de patentes, equipamentos existentes e conversas e entrevista com o público cervejeiro regional. O estudo deu base para as formas de criação de equipamentos.

Com um formulário sobre características dos equipamentos e seus graus de importância, determinou-se as maiores necessidades dos cervejeiros. Um dos pontos mais elencados como de grande importância foi o controle de calor durante o processo, assim o controlador Mt519iR foi escolhido por atender a duas resistências ao mesmo tempo, a panela de brassagem e fervura, além de possuir mecanismos para um melhor controle, podendo atrelar a temperatura escolhida a um período de tempo e até mesmo acionar um alarme para essa temperatura. O controle de temperatura da água de aquecimento não precisa de um controle tão preciso, sendo assim seu controlador foi escolhido pela relação custo x benefício uma vez que possui um valor extremamente baixo.

Outro dado elencado foi o valor do equipamento, que deveria ficar entre 3000 e 4500 reais. No protótipo fabricado vários materiais foram comprados por varejo, aumentando assim seu valor em relação a compra para produção em escala. Por outro lado, alguns materiais foram adaptados para materiais mais baratos, tais como as painéis que foram compradas em aço inox 201 e não aço inox 304, mais comumente usados para alimentos. Contudo, gastou-se aproximadamente R\$2200,00 na sua fabricação. Por se tratar de um protótipo, etapas futuras sugerem que, em escala comercial, seria possível produzir a custos mais baixos. Saliencia-se que a viabilidade econômica não foi o foco desse trabalho, algo que pode ser analisado em trabalhos posteriores.

A baixa necessidade de trabalho manual foi atendida através das bombas de circulação que além de possibilitar uma instalação de painéis em um único nível sem a necessidade de trabalho manual para a transferência de mosto entre painéis, também contribui para a realização do processo de recirculação que é usado corriqueiramente.

Na determinação do protótipo as escolhas foram feitas de acordo com as necessidades dos clientes, sendo assim, o mesmo possui as características de

processo que possuem maior grau de importância para os clientes, atrelado a uma capacidade e um custo coerentes, levando em consideração as necessidades normativas necessárias, tendo em conta que o equipamento é utilizado no setor alimentício.

O equipamento difere dos equipamentos comerciais presentes no mercado trazendo para um *design* simples um controle de temperatura em um sistema semiautomático que realiza o transporte de líquido sem esforço manual e entregando um equipamento em acordo com as normas existentes para equipamentos alimentícios com materiais de qualidade. É um equipamento que mantém a interação do cliente com os processos de produção, mas permite um controle preciso das etapas de produção, minimizando os esforços físicos necessários. Existe ainda uma possibilidade de adequação do sistema para diferentes capacidades de produção com pequenas alterações do projeto, equipamentos com grande grau de automação são encontrados normalmente em tamanho único, geralmente em uma capacidade menor do que a considerada ideal de acordo com as respostas do formulário presente neste trabalho.

Na fabricação do protótipo foi possível trabalhar com uma grande leva de processos de fabricação, tais como: Corte por jato d'água, furação em bancada, calandragem, soldagem mig e preparação de peças por lixadeira. A necessidade de automação e ligação de acionamentos também traz benefícios técnicos. Pode-se destacar também que todos os processos de fabricação tiveram a ajuda direta ou indireta de colaboradores, alentando assim para a grande importância do trabalho em equipe, algo essencial em atividades de desenvolvimento e inovação.

Finalmente, a prototipagem não é um fim, mas um meio para o desenvolvimento do produto. Alguns itens podem ser adicionados ao protótipo fabricado para a melhoria do equipamento tais como a utilização de acionamentos rápidos nas conexões de mangueiras, a utilização de disjuntores para o acionamento das resistências.

Os próximos passos para um desenvolvimento mais completo do produto envolvem a validação e teste de atendimento do protótipo a normas de equipamentos alimentícios, obtendo-se assim informações para que seja possível chegar a um produto comercial, que pode ser desenvolvido em trabalhos futuros. Em trabalhos futuros, pode-se realizar estudos de viabilidade para o protótipo, contemplando soluções para a falta regional de materiais necessários para a criação do

equipamento, desenvolvimento de um protótipo computacional, com desenhos técnicos de fabricação do equipamento bem como estudos de automação para os controles do equipamento.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Flavia Bonilha. **Uma abordagem Metodológica para o Projeto de Produtos Inclusivos**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Comissão de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 10520**, informação e documentação: citação em documentos: apresentação. Rio de Janeiro 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR NM 60335-1** Segurança de aparelhos eletrodomésticos e similares. Rio de Janeiro, 2010.

BARP, R. A. Denise. **Design e Materiais: Contribuição ao estudo do processo de corte de ágata por jato d'água em formas complexas**. Dissertação de mestrado em Design. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2009.

BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

BERNAL, Luis; DORNBERGER, Utz; SUVELZA, Alfredo; BYRNES, Trevor. **Quality function deployment (QFD) for services**. HANDBOOK, Universitat Leipzig, 2009.

BIERMAKER. **Cerveja da Casa - Equipamentos para cerveja**. Disponível em: <<https://www.cervejadacasa.com/>> acesso em 07 de maio de 2017.

BRASIL, Lei nº 8.914, de julho de 1994, Casa Civil, Subchefia de assuntos Jurídicos. Brasília, 14 de julho de 1994, 173º da independência e 106º da Republica.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. **Portaria N. 326, de 30 de julho de 1997**. Diário Oficial – República Federativa do Brasil, Brasília, 01 de agosto de 1997. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1997/prt0326_30_07_1997>. Acesso em 05 de maio de 2017.

BRAVOBREW. **A sua Máquina Cervejeira**. Disponível em: <<http://www.bravobrew.com/home.html>> acesso em 07 de maio de 2017

CARVALHO, G. Lilian. **Dossiê Técnico – Produção de cerveja**. REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

CASTILHO, J. G. Willian. **Furação profunda de ferro fundido cinzento GG25 com brocas de metal-duro com canais retos**. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, 2005.

CHENG, C. Lin; MELO FILHO, D. R. Leonel. **QFD – Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos**. 2ª Ed. São Paulo, Blücher, 2010.

CONTROLS, FULL G. fullgauge.com.br. Disponível em: <<http://www.fullgauge.com.br/manual-de-produto-1>>. Acesso em: outubro de 2017

CUNHA, Lívia. instalacoeseletricas.com. Disponível em: <http://www.instalacoeseletricas.com/download/Radiografia_reles_contatores_out09.pdf>. Acesso em: Outubro de 2017

Da SILVA, A. Hélio. **Influência do ciclo de furação na usinabilidade do ferro fundido cinzento GH190**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Uberlândia. Uberlândia, Minas gerais, 2010.

EDEN, J. Karl. **History of German Brewing**. Revista Zymurgy, Vol. 16 n. 4, 1993.

EISENBahn. **Lista sugerida de equipamentos e fornecedores para produção de cerveja caseira**. Web série: Cerveja feita em casa.

ELDEBRAU. **Cerveja Artesanal x Industrial**. Publicado em 13 de fevereiro de 2012. Disponível em: <<https://edelbrau.wordpress.com/2012/02/13/cerveja-artesanal-x-industrial/>> Acesso em 15 de abril de 2017.

ELETRÔNICA, EMICOL, E. emicol.com.br. Disponível em: <http://www.emicol.com.br/site/arquivos/ProdutosCatalogo/EBE%2002_por.pdf>. Acesso em outubro de 2017

ESPAcENET. **Patente Search**. 01 de agosto de 2007, 10 de dezembro de 2013

ESPAcENET. **Patente Search**. 22 de janeiro de 2014, 23 de julho de 2015.

FERRARESI, Dino. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. Editora Edgard Blucher LTDA. Vol. 1. São Carlos, São Paulo, 1969.

FERREIRA, Alfredo. INSTITUTO DA CERVEJA. **Infográfico – Mercado Brasileiro de Cervejarias artesanais**. 16 de dezembro de 2016 Disponível em: <<https://www.institutodacerveja.com.br/blog/n114/novidades/infografico-mercado-brasileiro-de-cervejarias-artesanais>> Acesso em 07 de maio de 2017.

FERREIRA, R. H; VASCONCELOS, M. C. R. L; JUDICE, V. M. M; NEVES J. R. T. **Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte**. Revista Perspectivas em ciência da informação. Vol. 16 n. 4, pag. 171-191. Outubro/dezembro de 2011.

FRANCHI, C. M. **Acionamentos Elétricos**. 4ª ed. São Paulo, 2011.

HUGHES, Greg. **Home Brew beer**. Dorling Kindersley Limited, Londres, Inglaterra 2013.

KLOECKNER Metals. **Manual técnico de aço inoxidável**. Disponível em: <<http://www.kloecknermetals.com.br/pdf/3.pdf>> Acesso em 8 de setembro de 2017

MARQUES, V. Paulo; MODENESI, J. Paulo; BRACARENSE, Q. Alexandre. **Soldagem – Fundamentos e tecnologia**. 3ª edição atualizada. Editora UFMG. 363 p. Belo Horizonte, 2009.

MATOS, G. Ricardo. **Produção de cervejas artesanais, avaliação de aceitação e preferência, e panorama do mercado**. 2011. 78p. Trabalho de Conclusão de Curso/Relatório de Estágio do Curso de Graduação em Agronomia. Florianópolis, 2011.

MENDES, Danilo. **Curso Básico de Elaboração de Cervejas Artesanais**. Frei Tuck – Slow Beer.

MERA de P. Lucas. **Apostila Curso de produção de cerveja artesanal**. Secretaria de educação profissional e Tecnológica. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Confressa, 2005.

MORADO, Ronaldo. **Larousse da Cerveja. Larousse do Brasil**. 1ª Ed São Paulo 2009.

MUNDIM, Ana Paula Freitas; ROZENFELD, Henrique; AMARAL, Daniel Capaldo; *et al.* **Aplicando o cenário de desenvolvimento de produtos em um caso prático de capacitação profissional**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 9, n. 1, 2002.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17 - Ergonomia**. 2009.

ORTIZ, P. R. **Análise do consumo energético do processo de produção de cerveja artesanal por bateladas**. 2014. 21. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

PALMEIRA, A. Alexandre. **Processos de dobramentos e calandragem**. Universidade do estado do Rio de Janeiro – Campus Regional de Rezende. Rezende, Rio de Janeiro, 2005.

PALMER, J. John **How to Brew: Everything you need to know to brew beer right the first time**. Brewers Publications. 2006.

ROCCO, A. M; SILVEIRA, A. D. **Ferramental para eficiência em vendas**. Congresso de administração e Gerência. Cascavel, 2008.

ROSA, A. Natasha; AFONSO, C. Júlio. **A Química da Cerveja**. Química e Sociedade. Vol. 37, nº2, p. 98-105. São Paulo, 2015.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006

SILVA, E. S. Carlos **EPR 707 – Capítulo 1: Desdobramento da Função Qualidade**. 2014.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 1ª Ed. São Paulo. Atlas, 2006

SOUZA, D. *et al.* **Influência da tensão de soldagem e do gás de proteção sobre a Correlação entre indutância e regularidade da transferência metálica na soldagem MIG/MAG por curto-circuito**. Universidade Federal de Uberlândia. Soldagem de Inspeção Vol. 16 n. 2 pag 114-122, abril/junho. São Paulo - SP, 2011.

TECNOLATINA Resistência Elétrica para Aquecimento. Disponível em: <<http://www.tecnolatina.com.br/resistencia-eletrica-aquecimento>>. Acesso em: Outubro 2017. tecnolatina.com.br

TOSTES, R. M. Lucas. **Instrumentação e controle do processo de produção de uma microcervejaria**. Trabalho de conclusão de Curso (graduação) Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

USPTO. **United States Patent and Trademark Office** An agency of Department of Commerce. US20140017354-A1 05 de julho 2012, 05 de julho 2013.

USPTO. **United States Patent and Trademark Office** An agency of Department of Commerce. 03 de março de 2011, 05 de janeiro de 2016

USPTO. **United States Patent and Trademark Office** An agency of Department of Commerce. 01 de dezembro de 1986, 05 de julho de 1988.

VIEIRA, W. Alex. **Apostila de Produção de Cervejas Artesanais**. Acerva Paulista – Associação dos Cervejeiros Artesanais Paulista. São Paulo, 2004.

APENDICE A: FORMULÁRIO PARA OS CLIENTES

Público produtor de cerveja artesanal

Pesquisa acadêmica na área de produção de cerveja artesanal, com o intuito de levantar as necessidades dos produtores e potências produtores de cerveja artesanal para a elaboração de um protótipo de equipamento de produção de cerveja residencial que atenda as demandas do mercado consumidor.

* Requerida

1. Sexo: *

- Feminino
- Masculino

2. Qual a sua idade? *

Resposta escrita

3. Qual a sua renda média?

- Até dois salários mínimos
- De 3 a 5 salários mínimos
- De 5 a 8 salários mínimos
- Mais de 8 salários mínimos

4. Quanto à produção de cerveja artesanal, você teria interesse em ter um equipamento automático de produção de cerveja artesanal? *

- Sim, possuo interesse
- Não.
- Other: *escrever resposta*

5. Quais seriam os fatores primordiais para a escolha de um kit de produção de cerveja artesanal? *

- Qualidade
- Desing
- Facilidade de manuseio
- Automatização
- Consumo de energia
- Rápido tempo de produção
- Dimensões reduzidas
- Other: *escrever resposta*

6. Quanto ao preço, qual o seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
7. Quanto à qualidade do equipamento (durabilidade, resistência), qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
8. Quanto ao design do equipamento, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
9. Quanto ao controle de temperatura, qual o grau de automação necessário? * (1: totalmente manual – 5: totalmente automático) *
- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5

10. Quanto à bomba de resfriamento, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

11. Quanto à facilidade de movimentação (mover o equipamento de local com frequência) qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

12. Quanto à facilidade de higienização, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

13. Quanto ao nível de automação do equipamento, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

14. Quanto ao consumo de energia do equipamento, qual seu grau de importância?

* (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

15. Quanto à redução do tempo de processo, qual seu grau de importância? * (1:

pouco importante – 5: extremamente importante) *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

16. Quanto à reposição de peças, qual seu grau de importância? * (1: pouco

importante – 5: extremamente importante) *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

17. Quanto à durabilidade do equipamento, Qual seu grau de importância? * (1:

pouco importante – 5: extremamente importante) *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

18. Quanto à quantidade de litros fabricados por processo, qual o ideal? *

- 10 Litros
- 20 Litros
- 30 Litros
- 40 Litros
- 50 Litros

- 100 Litros
- + 100 Litros

19. Qual o valor que você pagaria por um equipamento novo de produção de cerveja? *

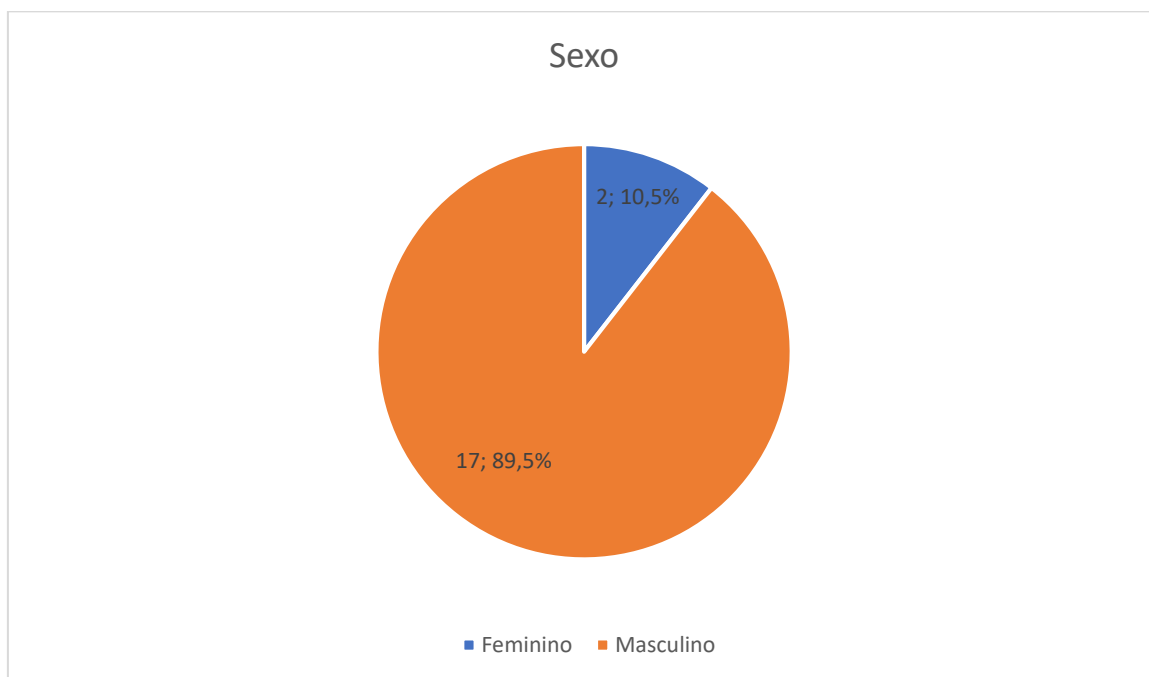
- Até R\$1.500,00
- De R\$1.501,00 até R\$3.000,00
- De R\$3.001,00 até R\$4.500,00
- De R\$4.501 até R\$6.000,00
- Acima de R\$6.001,00

20. Adicione aqui comentários ou sugestões!

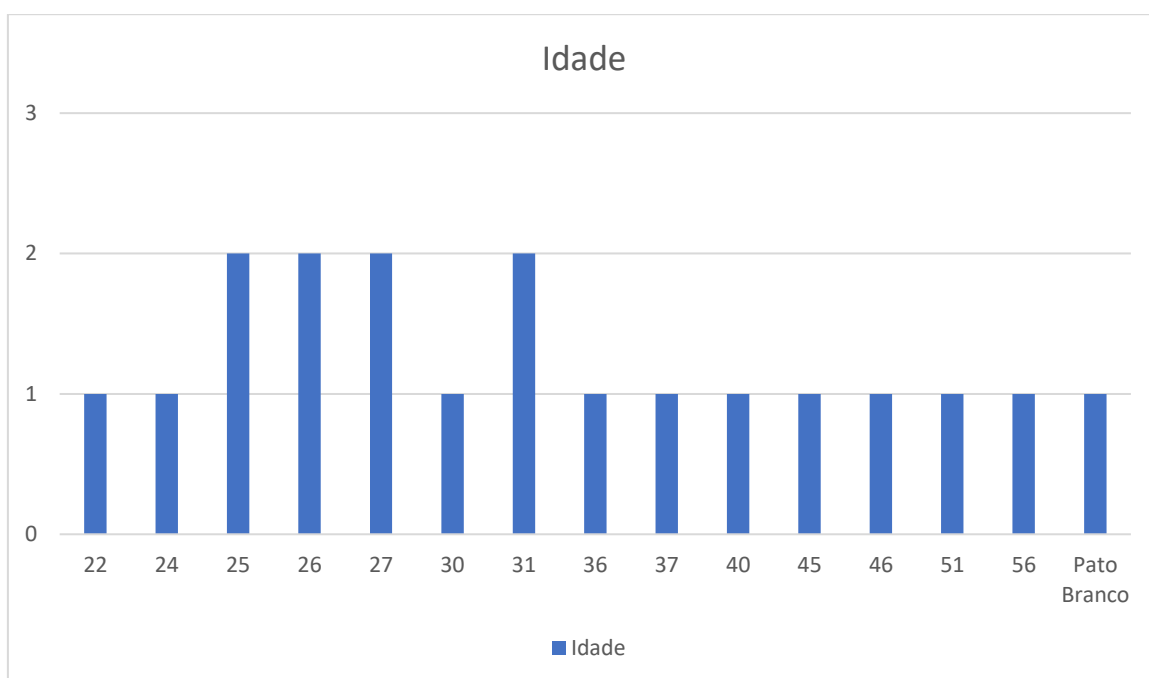
Escrever comentário

APENDICE B: RESPOSTA DOS CLIENTES

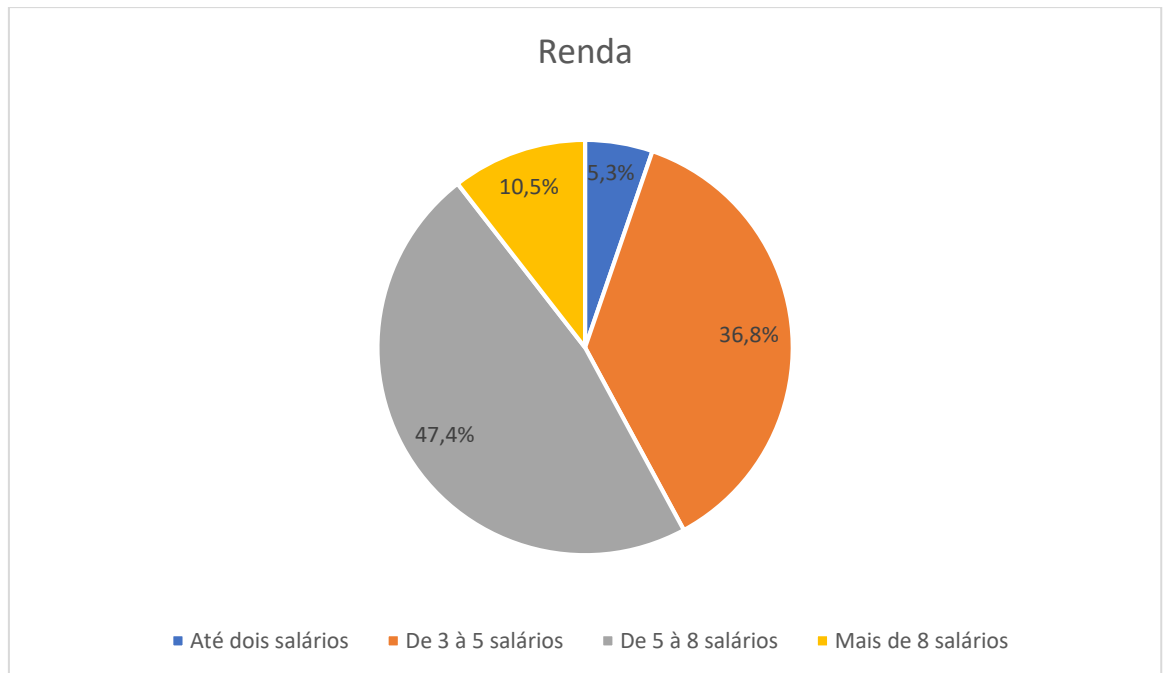
1. Sexo:



2. Qual a sua idade?



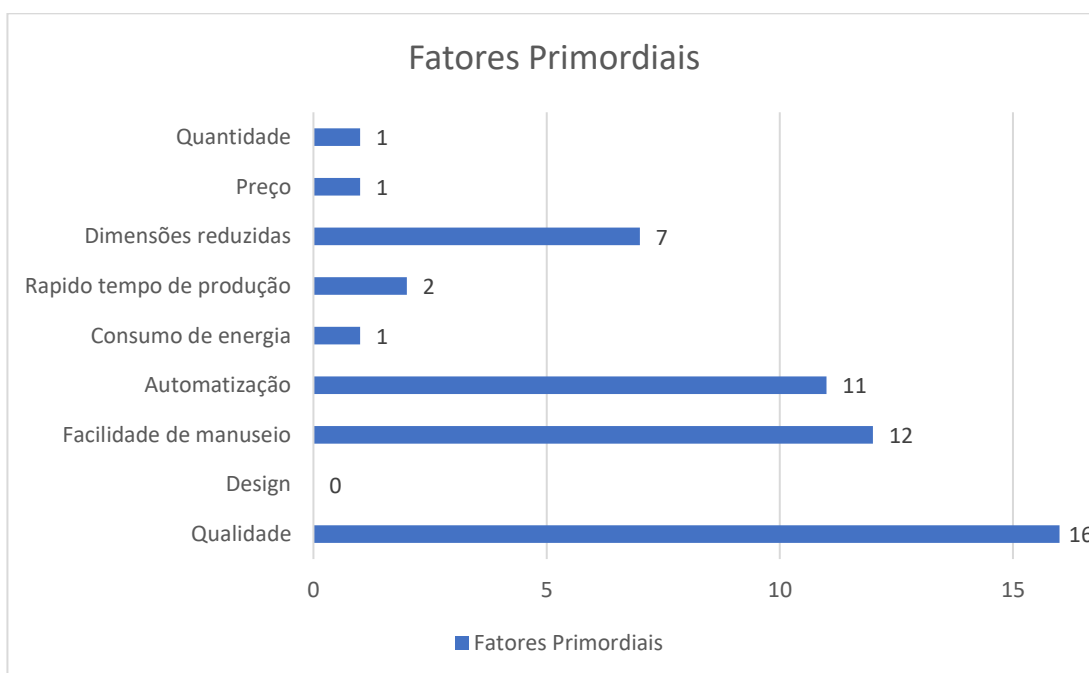
3. Qual a sua renda média?



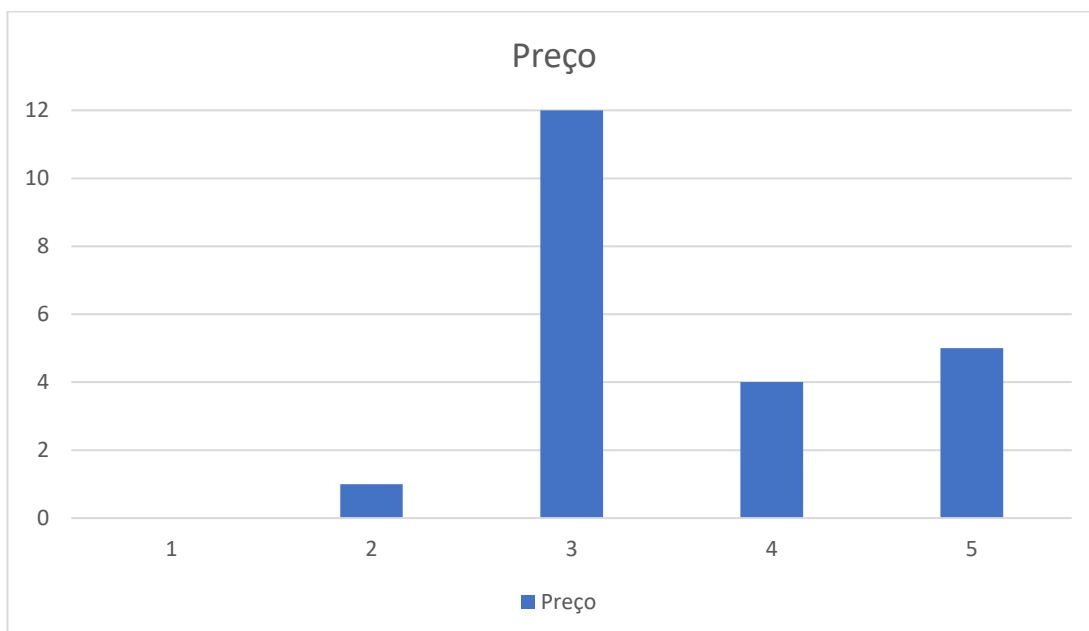
4. Quanto à produção de cerveja artesanal, você teria interesse em ter um equipamento automático de produção de cerveja artesanal?



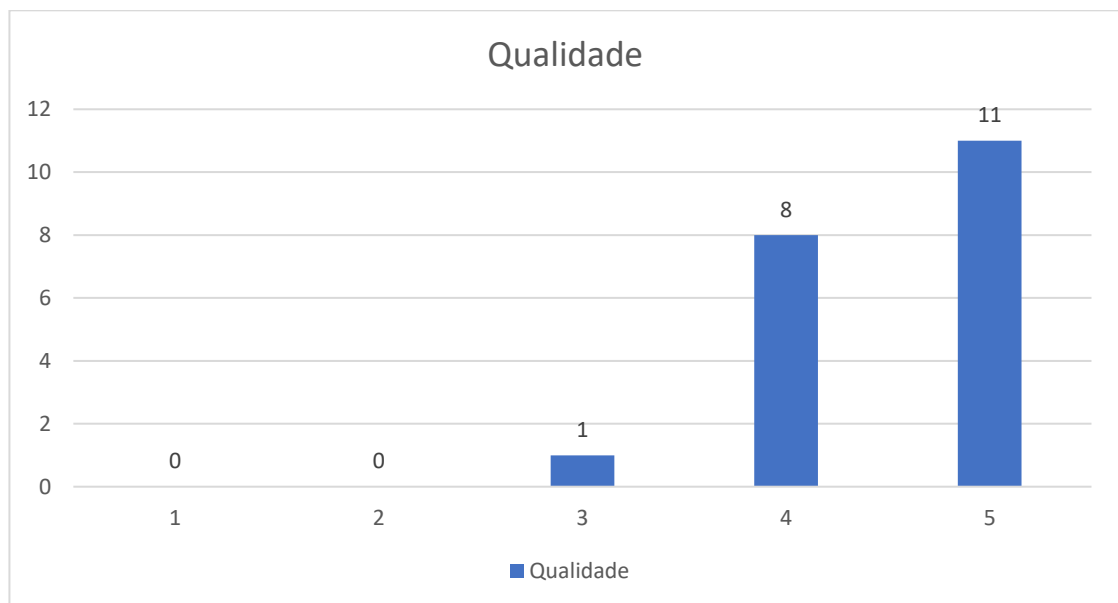
5. Quais seriam os fatores primordiais para a escolha de um kit de produção de cerveja artesanal?



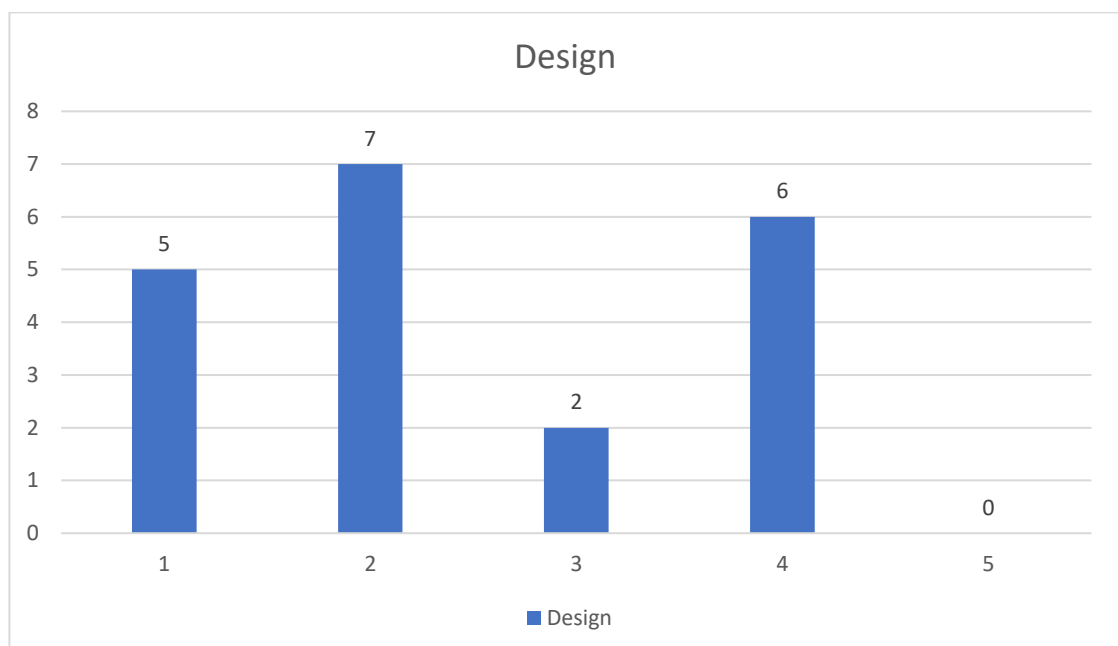
6. Quanto ao preço, qual o seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante)



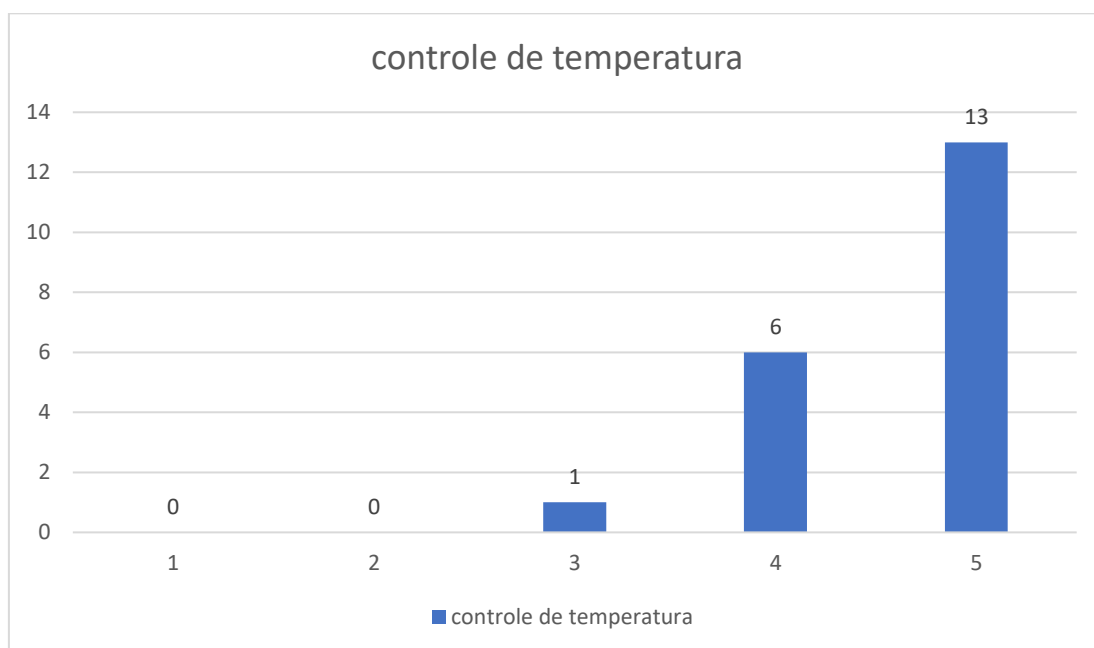
7. Quanto à qualidade do equipamento (durabilidade, resistência), qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *



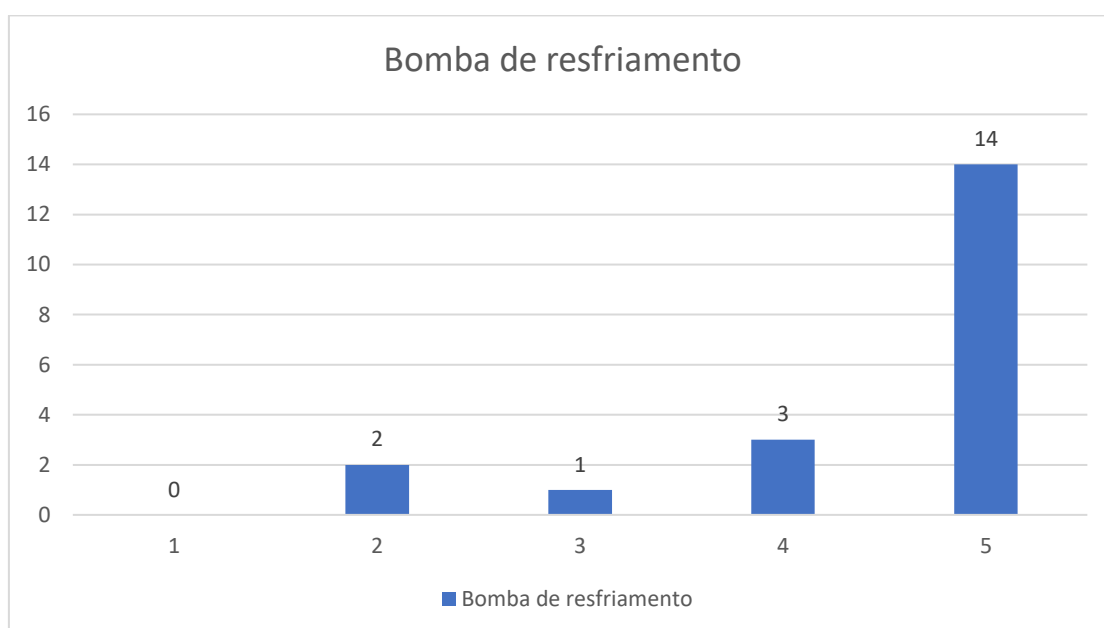
8. Quanto ao design do equipamento, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *



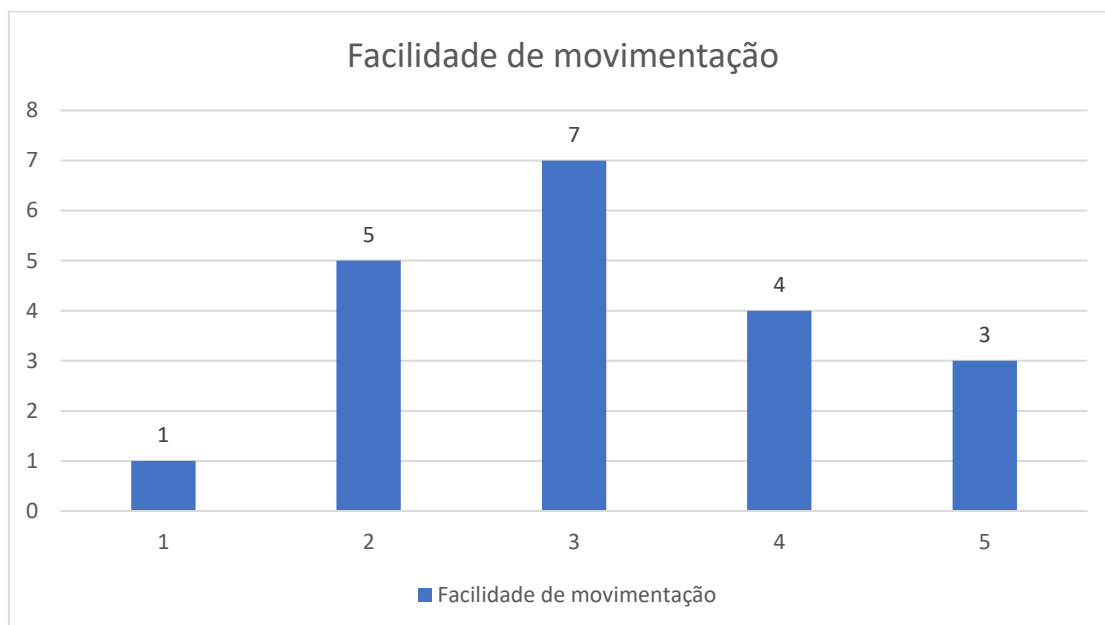
9. Quanto ao controle de temperatura, qual o grau de automação necessário? *
(1: totalmente manual – 5: totalmente automático) *



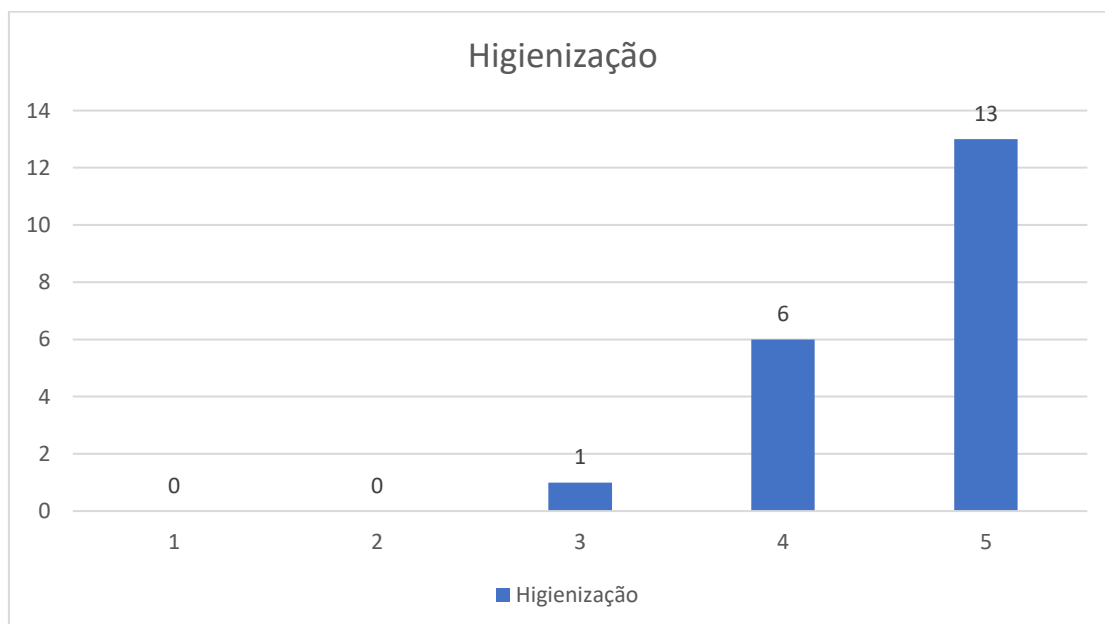
10. Quanto à bomba de resfriamento, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *



11. Quanto à facilidade de movimentação (mover o equipamento de local com frequência) qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *

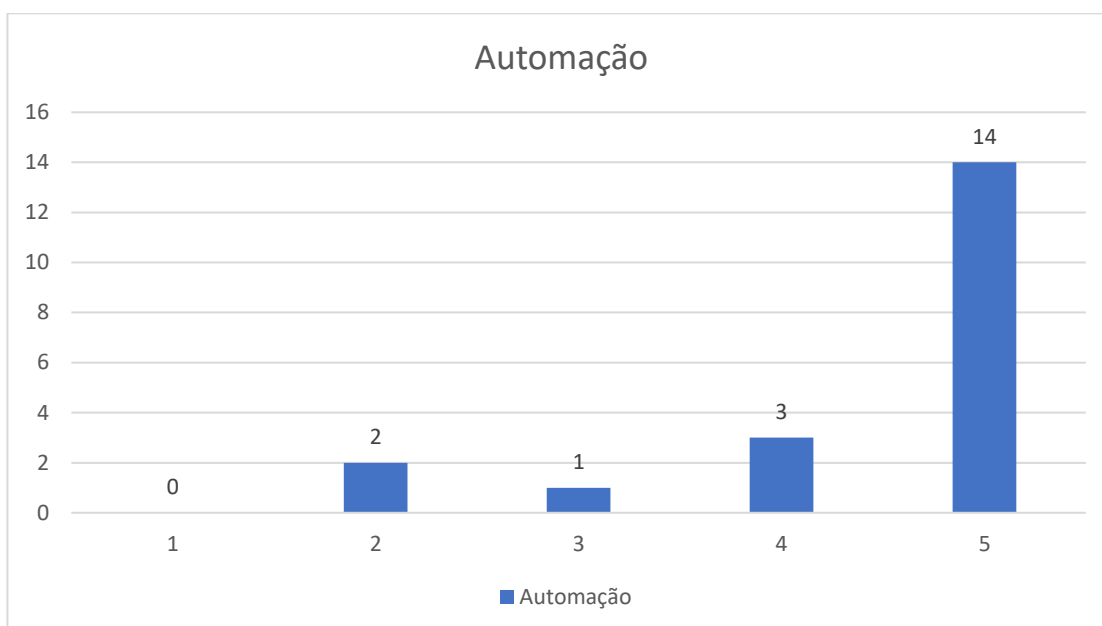


12. Quanto à facilidade de higienização, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *



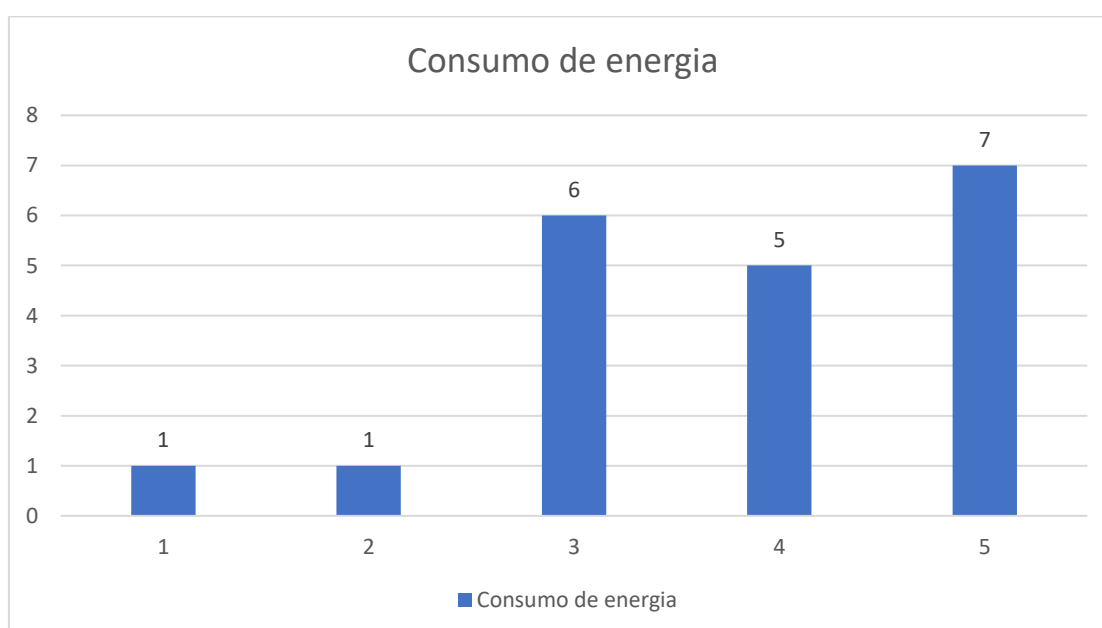
13. Quanto ao nível de automação do equipamento, qual seu grau de importância?

* (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *

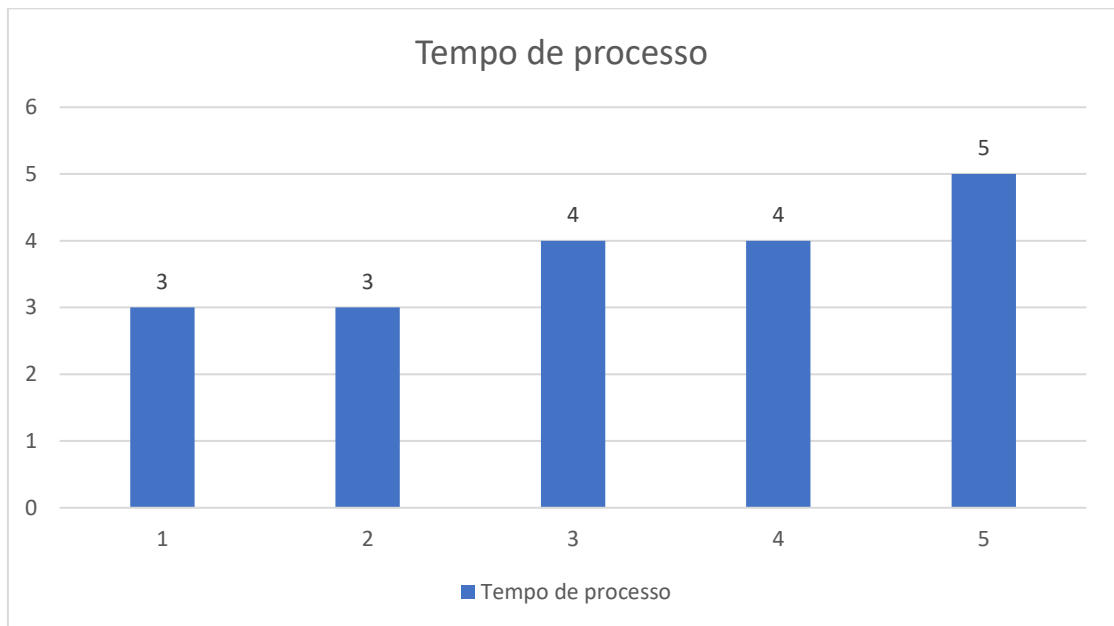


14. Quanto ao consumo de energia do equipamento, qual seu grau de importância?

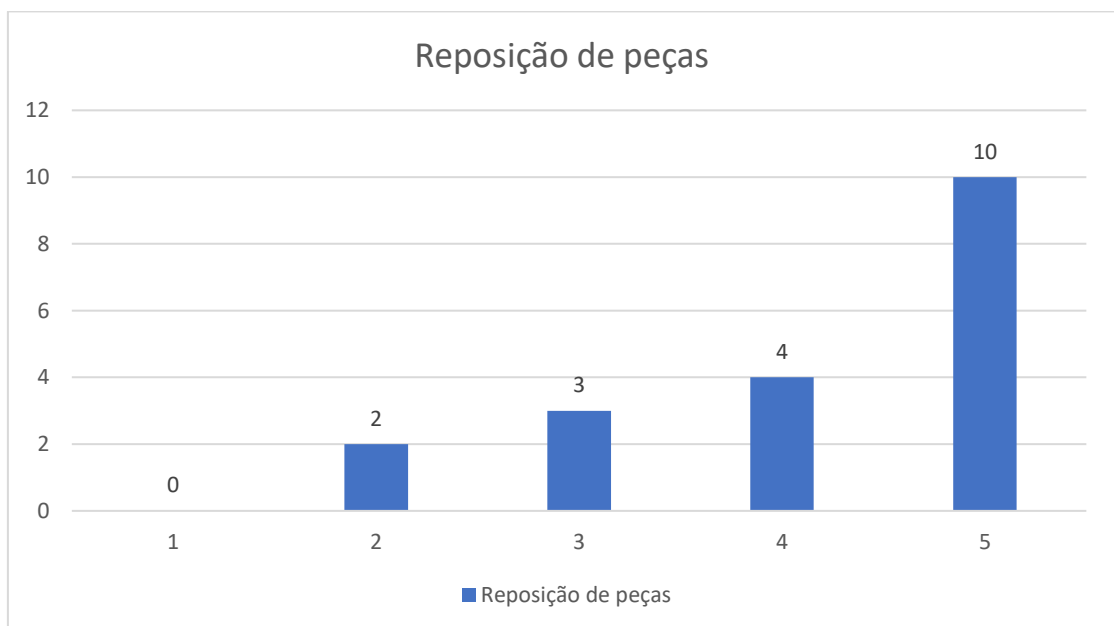
* (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *



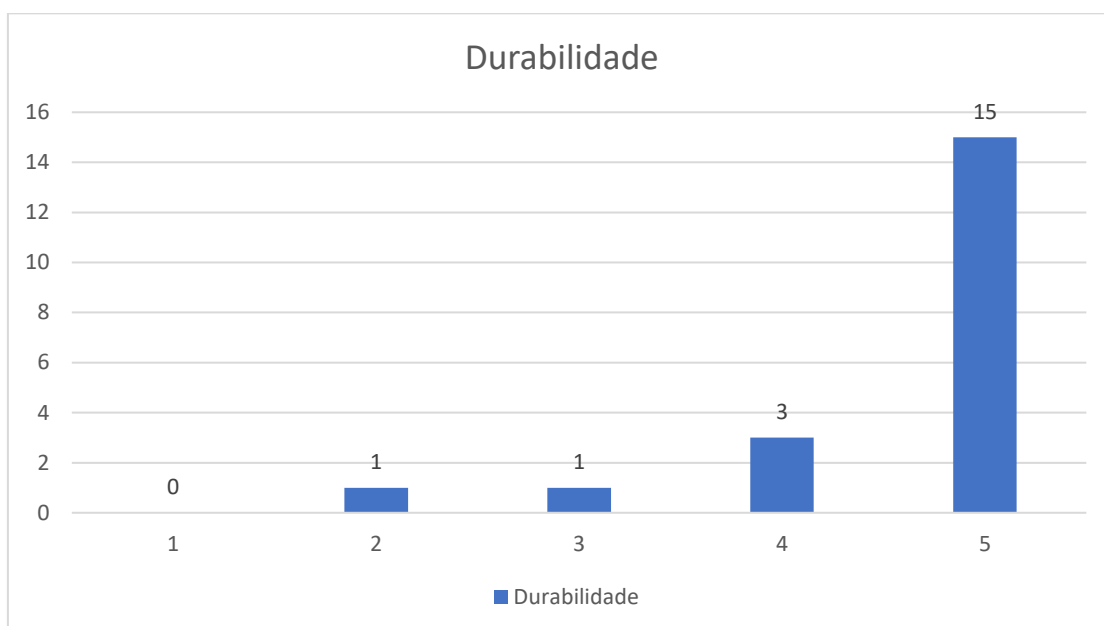
15. Quanto à redução do tempo de processo, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *



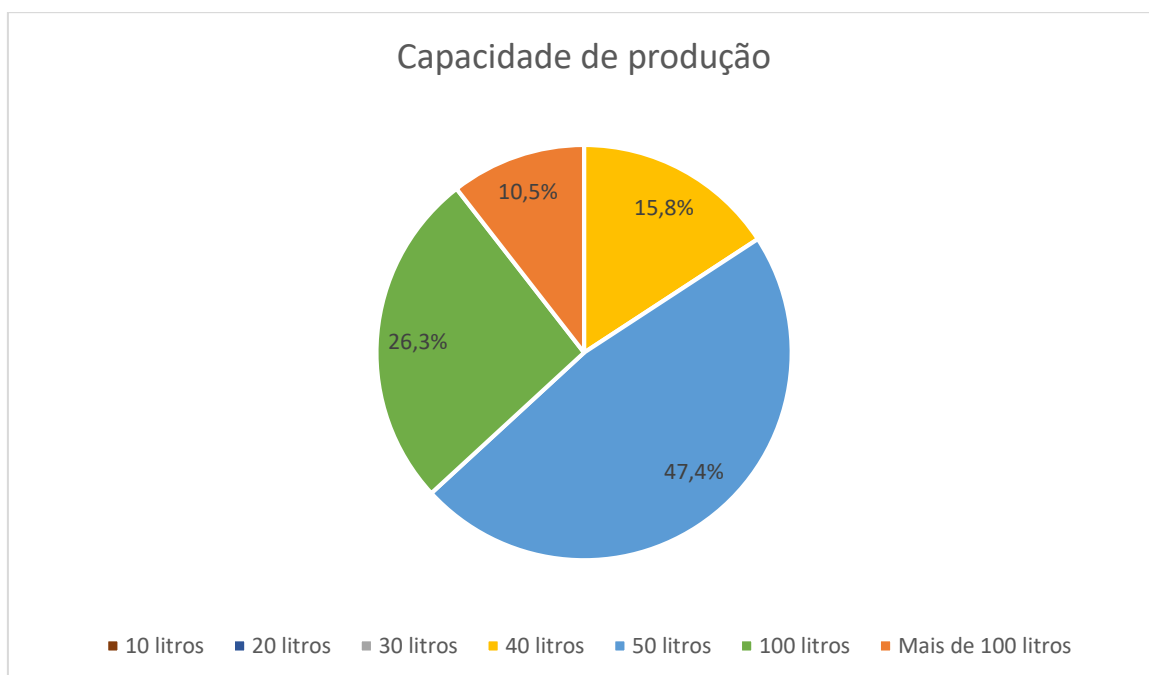
16. Quanto à reposição de peças, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *



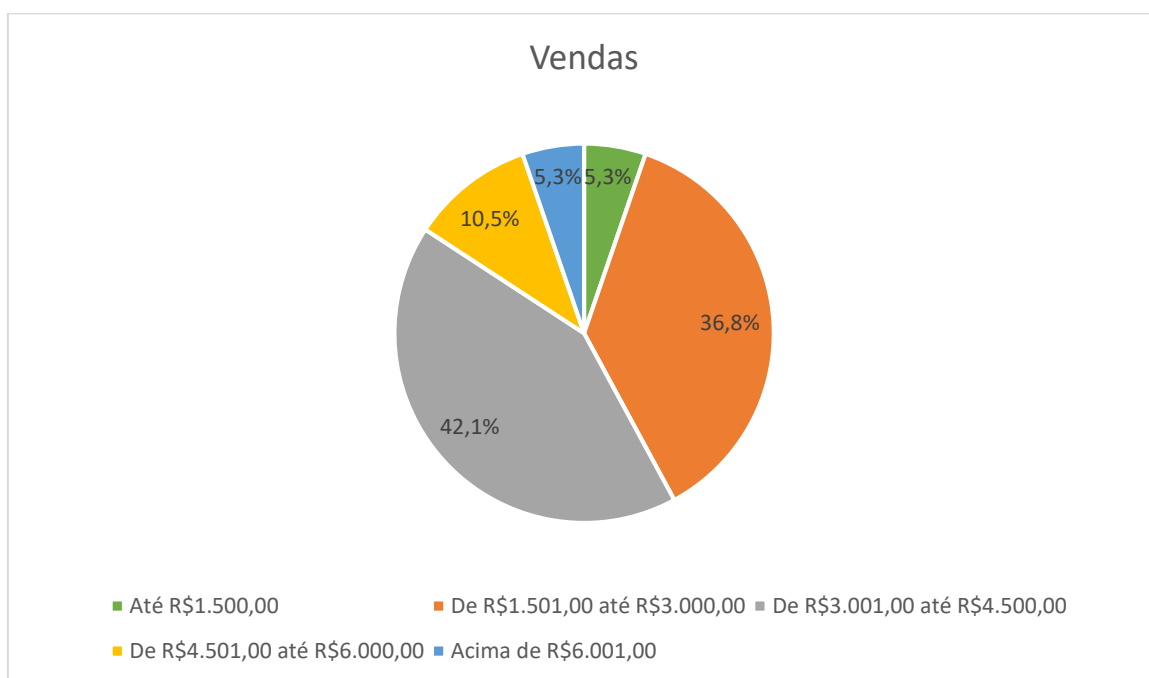
17. Quanto à durabilidade do equipamento, qual seu grau de importância? * (1: pouco importante – 5: extremamente importante) *



18. Quanto à quantidade de litros fabricados por processo, qual o ideal?



19. Qual o valor que você pagaria por um equipamento novo de produção de cerveja?



20. Adicione aqui comentários ou sugestões!

- “Se for para ter este aparelho é bem útil” (x2)
- “Parabéns pela iniciativa!!!”
- “Que seja um equipamento acessível”